

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

**UNIVERSITAT POLITÈNICA DE CATALUNYA - DEPARTAMENT
DE CIÈNCIA I ENGINYERIA NÀUTIQUES**

TESI DOCTORAL:

**LA INFLUÈNCIA DELS PORTS EN EL
DESENVOLUPAMENT DE CATALUNYA**

**Els ports de Barcelona i Tarragona: els plans estratègics i el
tràfic portuari. Una comparativa amb d'altres ports de la Unió
Europea.**

Autor:

Joan Olivella Cruset

Directors:

Víctor García Carcellé

Francesc Solé Parellada

Octubre de 2015.

Agraïments

Quan un treball com una tesi doctoral es presenta i arriba a la seva culminació és de justícia tenir un reconeixement explícit pels directors de tesi que m'han acompanyat en aquest viatge. Per una banda, agrair al Dr. Víctor García Carcellé la claredat dels seus plantejaments; les seves idees, consells i suggeriments per anar cap endavant amb aquesta tesi en moments d'angoixa han estat claus per a l'èxit de l'empresa. Per mi ja és un èxit haver arribat fins aquí.

Per altra banda, agrair al Dr. Francesc Solé Parellada les seves idees quan la tesi ni tan sols era una idea, consells recollits ja fa uns anys que sempre he tingut presents mentre desenvolupava aquestes investigacions.

A tots dos l'agraïment més sentit doncs m'han permès ser un esperit lliure.

Finalment, un record especial per la persona que va provocar tota aquesta aventura d'arribar a escriure una tesi doctoral i que també va ser, en un principi, el meu director de tesi: el meu pare. Ja fa temps que no és entre nosaltres, el trobem molt a faltar, però sempre estarà present en la nostra memòria i en el nostre cor.

No es poden acabar els agraïments sense mencionar i donar les gràcies a la família: la meva mare, Ma. Teresa, la meva dona, Cristina, la meva filla, Judith i el meu oncle, Josep. En més d'una ocasió donen algun que altre mal de cap, però sempre hi són.

En record d'un home bo.

Índex:

1. Introducció.	11
1.1. La importància dels ports en el desenvolupament del seu territori.	11
1.2. Plans estratègic.	15
1.2.1. Problemes per utilitzar la planificació estratègica.	17
1.2.2. Motius per utilitzar la planificació estratègica.	21
1.2.3. El plantejament tradicional i els seus inconvenients.	23
1.2.4. La direcció estratègica.	26
1.2.5. El plantejament estratègic.	28
1.2.6. La dinàmica estratègica.	31
1.2.7. Anàlisi de l'entorn - Anàlisi de la realitat.	37
1.2.8. La personalitat estratègica.	62
1.2.9. El menú estratègic.	69
1.2.10. La missió i la visió.	76
1.2.11. Els objectius estratègics.	87
1.2.12. El pla operatiu i les estratègies organitzacionals.	95
1.2.13. Les accions i les decisions operatives.	103
1.3. Antecedents històrics de les sèries temporals.	109
2. Material i metodologia: Els plans estratègics i el tractament de sèries temporals.	115
2.1 Plans estratègics port a port.	115
2.1.1. Pla Estratègic de Barcelona.	115
2.1.2. Pla Estratègic de Tarragona.	123
2.1.3. Pla Estratègic de València.	130
2.1.4. Pla Estratègic d'Algesires.	133
2.1.5. Pla Estratègic de Gènova.	135
2.1.6. Pla Estratègic de Taranto.	135
2.1.7. Pla estratègic de Bilbao.	137
2.1.8. Pla Estratègic de Pasajes.	141
2.1.9. Pla Estratègic de Dunlerque.	142
2.1.10. Pla Estratègic de Ghent.	144
2.1.11. Pla Estratègic d'Anvers.	149
2.1.12. Pla Estratègic de Bremen.	151

2.2. Metodologia d'estudi de sèries temporals.	152
2.2.1. Metodologia Box-Jenkins de tractament de sèries temporals.	152
2.2.2. Llenguatge R per tractaments estadístics.	158
2.3. Sèries temporals de dades de tràfic dels ports estudiats.	160
2.3.1. Port de Barcelona: gener de 1994 a desembre de 2014.	160
2.3.2. Port de Tarragona: gener de 2000 a desembre de 2014.	162
2.3.3. Port de València: gener de 1992 a desembre de 2014.	163
2.3.4. Port d'Algesires: gener de 1992 a desembre de 2014.	166
2.3.5. Port de Gènova: gener de 1999 a desembre de 2014.	168
2.3.6. Port de Taranto: gener de 2002 a desembre de 2014.	170
2.3.7. Port de Bilbao: gener de 1992 a desembre de 2014.	172
2.3.8. Port de Pasajes: gener de 1992 a desembre de 2014.	174
2.3.9. Port de Dunkerque: gener de 1994 a desembre de 2014.	177
2.3.10. Port de Ghent: gener de 2003 a desembre de 2014.	179
2.3.11. Port d'Anvers: gener de 1992 a desembre de 2014.	181
2.3.12. Port de Bremen: gener de 1992 a desembre de 2014.	183
2.4. Scripts en llenguatge R.	186
2.4.1. Ports amb estacionalitat i diferenciació regular.	187
2.4.2. Ports només amb transformació logarítmica.	195
2.4.3. Ports amb diferenciació regular.	201
2.4.4. Ports amb estacionalitat.	207
3. Resultats de la metodologia Box-Jenkins.	215
3.1. Port de Barcelona: Sèrie de dades de gener de 1994 a desembre de 2014.	215
3.2. Port de Tarragona: Sèrie de dades de gener de 2000 a desembre de 2014.	256
3.3. Port de València: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.	289
3.4. Port d'Algesires: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.	317
3.5. Port de Gènova: Sèrie de dades de gener de 1999 a desembre de 2014.	355
3.6. Port de Taranto: Sèrie de dades de gener de 2002 a desembre de 2014.	401
3.7. Port de Bilbao: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.	436
3.8. Port de Pasajes: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.	473
3.9. Port de Dunkerque: Sèrie de dades de gener de 1994 a desembre de 2014.	501
3.10. Port de Ghent: Sèrie de dades de gener de 2003 a desembre de 2014.	542
3.11. Port d'Anvers: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.	570

3.12. Port de Bremen: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.	609
4. Discussió dels plans estratègics i de l'anàlisi Box-Jenkins.	649
4.1. Comparativa entre plans estratègics.	650
4.2. Comparativa i discussió dels models ARIMA especificats per cada port.	669
5. Conclusions.	697
6. Bibliografia.	703
6.1. Bibliografia clàssica.	703
6.2. Pàgines web.	712

1. Introducció.

1.1. La importància dels ports en el desenvolupament del seu territori:

L'objectiu d'aquesta tesi doctoral és demostrar la importància d'unes infraestructures com són els ports en el desenvolupament de Catalunya. Aquesta demostració es vol fer partint del següent plantejament: la majoria de ports defineixen plans estratègics que han de permetre explicitar la seva realitat i la del seu entorn, especificar qui són i què volen ser i dissenyar el camí del seu futur en un termini definit. Per tant, per una banda, es pretén comparar diferents ports de l'àmbit de la Unió Europea a través dels seus plans estratègics, concretament, de les seves idees inicials bàsiques, mentre que, per altra banda, coneixent que un dels objectius comuns de tots els ports i un dels seus indicadors principals és el valor i l'evolució del seu tràfic, es pretén fer un estudi estadístic mitjançant el tractament de la sèrie temporal que representa el tràfic d'un port per obtenir el seu model ARIMA corresponent i veure què tenen en comú des d'aquest punt de vista els ports de Barcelona i Tarragona amb la resta de ports europeus estudiats.

Com a primera idea, dir que es consideraran només els ports de Barcelona i Tarragona com a objecte d'estudi, donat que són els que més importància tenen al país des del punt de vista del seu tràfic. Aquest doctorand ja va presentar en el seu dia un estudi explicitant les potencialitats de la resta de ports catalans, però en aquesta tesi només es considerarà Barcelona i Tarragona.

La resta de ports estudiats i que s'utilitzaran per fer una comparativa amb els ports de Barcelona i Tarragona són el següents: dins de l'àmbit mediterrani els ports de València, Algesires, Gènova i Taranto, mentre, que dins de l'àmbit atlàntic els ports de Bilbao, Pasajes, Dunkerque, Ghent, Anvers i Bremen.

L'elecció dels ports especificats està basada en una combinació de diferents factors: per una banda, s'han buscat ports situats dins dels dos àmbits de la Unió Europea, la Mediterrània i l'Atlàntic, s'han buscat ports de diferents mides, entenent com a mida la comparativa del seu valor absolut de tràfic, aquest fet ha provocat que es treballi amb ports que estan situats a la part més alta del rànquing de ports europeus en tràfic, però que també es treballi amb ports dels considerats, amb tot el respecte, menors. Per altra banda, les autoritats portuàries també han escollit participar en aquesta tesi doctoral, doncs, quan s'ha requerit la informació referent al pla estratègic i a les dades mensuals de tràfic, no tothom a tingut la voluntat de participar: en alguns casos la negativa ha estat absoluta, doncs no s'ha considerat la possibilitat de fer públic ni el pla

estratègic ni els valors mensuals de tràfic (algunes autoritats portuàries només fan públics tràfics trimestrals, semestrals o resums anuals), en altres casos, s'ha subministrat part de la informació sol·licitada, mentre que, la resta han optat per la transparència i ha subministrat el pla estratègic: ja sigui explicitant les seves idees bàsiques i els seus objectius estratègics sense la seva estratègia pròpiament dita, o bé, donant tota la informació, i també han subministrat la informació estadística per poder portar a terme l'estudi de sèries temporals aplicades al tràfic portuari.

Cal agrair a aquestes autoritats portuàries el seu esperit de col·laboració i l'interès per les conclusions de la investigació d'aquesta tesi doctoral.

Durant el desenvolupament d'aquest estudi es voldrà posar de manifest la importància objectiva dels ports de Barcelona i Tarragona en el desenvolupament de Catalunya utilitzant també una metodologia objectiva: comparativa de plans estratègics i comparativa de models de previsió ARIMA, mitjançant la utilització de la metodologia d'estudi Box-Jenkins.

No es descarta poder donar com a conclusió elements de millora en el desenvolupament dels ports catalans en la base de la informació comparada amb d'altres ports de la Unió Europea i viceversa.

Com s'ha indicat, des de ja fa molts anys els ports treballen amb plans estratègics que els permeten conèixer de forma precisa on són i cap a on van i, en cas de disfunció o desviació dels objectius fixats, veure cap a on volen o creuen que han d'anar i quines són les correccions necessàries a fer.

Tots els plans estratègics aplicats a l'àmbit portuari defineixen unes idees bàsiques com són les següents: primer especifiquen quina és la missió de l'autoritat portuària en particular i del port en general, per a continuació indicar quina és la visió i quins són els objectius que es volen assolir de forma periodificada.

Els ports de Barcelona i Tarragona no s'aparten d'aquesta idea i el seu desenvolupament futur és vol demostrar mitjançant una sistemàtica objectiva que és cabdal per l'esdevenir del país, per tant, la idea principal d'aquesta tesi doctoral és veure quina és la definició dels elements essencials del pla estratègic d'ambdós ports, fer una comparativa amb altres ports de la Unió Europea, doncs tot i la globalització que s'ha produït en molts àmbits de l'economia, especialment en els que fa referència al tràfic de mercaderies, es pot considerar que l'àmbit de

competència més proper pel que fa a Europa passa per l'estudi comparatiu amb altres ports de la UE.

D'aquest estudi comparatiu qualitatiu s'ha de passar a l'estudi matemàtic mitjançant la utilització de totes les teories relacionades amb sèries temporals i previsió per obtenir el model ARIMA del tràfic dels ports de Barcelona i Tarragona, per posteriorment fer el mateix estudi matemàtic amb un grup de ports europeus que permeti tenir una comparativa en models ARIMA, tant des del punt de vista d'un primer estudi simple com des del punt de vista d'un estudi tenint en compte possibles valors atípics i quina influència tenen aquests valors. Tal com s'ha comentat la metodologia utilitzada serà la Box-Jenkins sobre la qual hi ha molts estudis que avalen la seva bondat en aquest tipus d'investigacions.

D'aquesta manera s'obtindria una anàlisi comparativa qualitativa objectiva de les principals característiques dels respectius plans estratègics i una anàlisi quantitativa objectiva de les dades utilitzades per fer previsió d'objectius de tràfic dels diferents ports.

Aquesta tesi doctoral té la intenció de conèixer si des d'un punt de vista dels seus plans estratègics i dels models matemàtics que regeixen el tràfic dels seus ports, Barcelona i Tarragona s'adapten a models europeus de primera línia o bé no s'adapten a possibles models europeus, contrastant que aquest darrer fet sigui positiu i signifiqui una aportació al desenvolupament de la resta de ports de la Unió Europea.

Donada la importància que tenen per Catalunya i per la seva àrea d'influència dos punts centrals d'entrada de mercaderies com són Barcelona i Tarragona és interessant saber si la direcció que han agafat ambdós ports és assimilable a d'altres models europeus o bé si tenen una idea pròpia, amb la necessitat d'estudiar i discutir si aquesta idea pròpia s'ha de considerar com adequada o no.

La situació actual mostra que ambdós ports: Barcelona i Tarragona, tenen definits plans estratègics i que entre els seus objectius estratègics hi ha la necessitat de buscar un posicionament en el mercat europeu i mundial que permeti assolir un grau d'utilització determinat del port i de les seves instal·lacions. Aquest fet es pot definir mitjançant diferents objectius numèrics un dels quals és el tràfic de mercaderies especificat en tones. Concretament el port de Barcelona ha presentat el seu III Pla Estratègic 2015 - 2020, mentre que el port de Tarragona està desenvolupant el seu Pla Director 2008 - 2020.

S'observa que en la definició de la realitat actual l'horitzó 2020 és un any clau com a definitori de la finalització de molts plans estratègics a nivell europeu, és el que es podria considerar com un any psicològic i més, tenint en compte que la situació de crisi econòmica de l'Europa Occidental s'ha estat allargant més del previst durant els darrers anys.

Des d'aquest punt de vista els ports representen un termòmetre de la realitat i la seva competitivitat s'haurà de considerar la competitivitat de l'economia de l'àrea territorial que els envolta, d'aquí també es podrà deduir la importància dels ports, de la seva potenciació i de la utilització de les seves potencialitats com a factor generador d'oportunitats per a la sortida de la crisi econòmica.

1.2. Plans estratègics:

Parlar de plans estratègics en diferents àmbits, ja sigui de l'empresa privada, ja sigui de l'administració o d'ens que es poden considerar que depenen de l'administració, o bé, dins dels diferents camps on es poden moure aquestes empreses i aquestes administracions, cal parlar del pla mestre on la direcció o els màxims responsables de la gestió expliciten quines són les línies mestres estratègiques a seguir en el propers temps (normalment anys, entre tres i cinc anys) per assolir un nivell òptim/desitjat de competitivitat en l'organització que permet assolir un grau de satisfacció important a les diferents parts interessades (stakeholders) (Sainz de Vicuña. 2003). Aquest darrer concepte ha entrat amb molta força en el món empresarial i en les institucions que es gestionen amb criteris empresarials, com a exemple cal dir, que la nova ISO 9000 fa una especial atenció con fins ara a la satisfacció dels clients però també esmenta de forma molt important la necessitat que totes les parts interessades en la gestió també tinguin un nivell de satisfacció adequat en el desenvolupament de la seva tasca. També es contempla la possibilitat de parlar de competitivitat només des del punt de vista de productivitat, però s'ha demostrat al llarg dels darrers anys que aquest és un aspecte essencial però no l'únic, per tant, s'haurà de definir de forma més extensiva i àmplia el concepte de competitivitat.

Al mateix temps, parlar de planificació estratègica no implica parlar d'una successió de plans estratègics, cal parlar de metodologia per assolir un pla estratègic mitjançant un procés d'anàlisi que permeti aplicar aquesta metodologia seguint criteris clars i que, de forma continuada, permeti assolir un estil de gestió que porti a l'empresa o a l'organització a aconseguir una posició competitiva dins d'un entorn estratègic, empresarial i geogràfic on els canvis són la norma habitual (Candela, 1989).

Com que parlar de pla estratègic i de planificació és parlar de decidir avui el que s'anirà fent en el futur, tant a curt, com a mitjà i a llarg termini, doncs les gran passes requereixen de petites passes prèvies que portin a l'objectiu final. Per a cada passa hi haurà un pla i una motivació. Es pot posar com a exemple un pla estratègic, un pla de màrqueting o un pla de comunicació (Sainz de Vicuña, 2003), per més interrelacions que tinguin con es pot observar en la figura 1.1 adjunta.

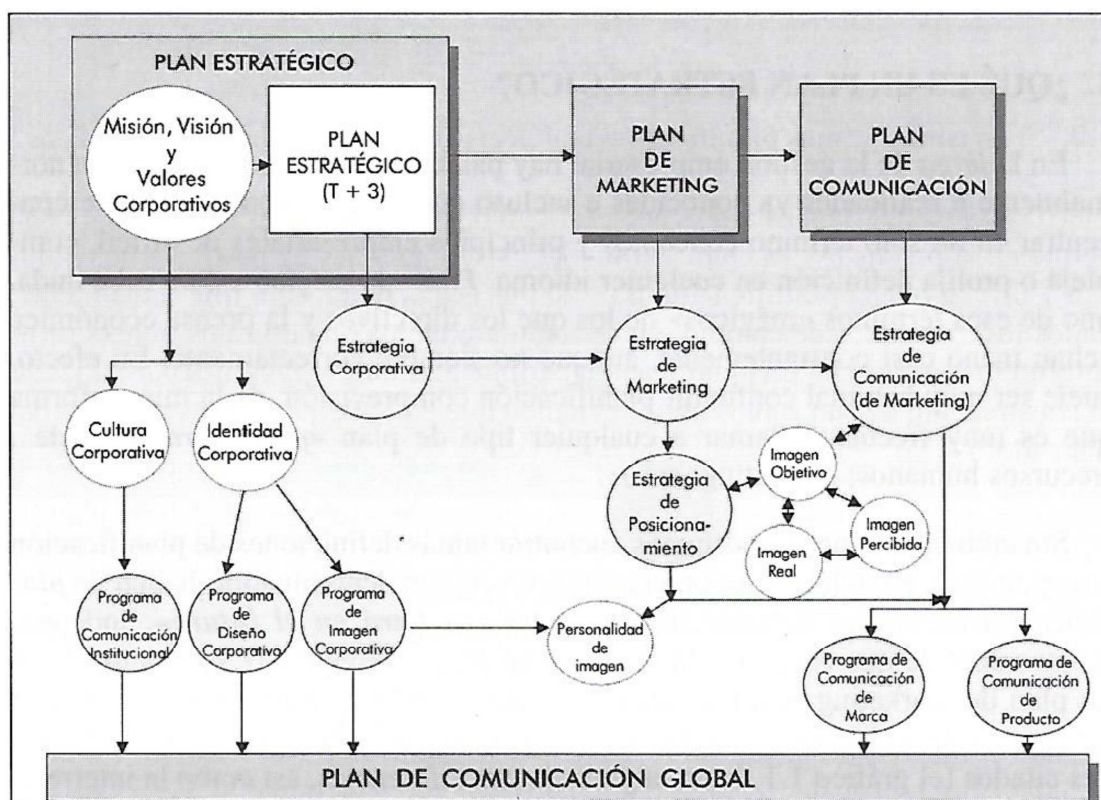


Figura 1.1. Interrelació entre tècniques i conceptes de direcció i gestió empresarial (Sainz de Vicuña, 2003).

Els conceptes vinculats a planificació estratègica no s'ha de confondre amb els conceptes vinculats a la previsió, però si s'ha de tenir en compte la previsió com un dels elements per poder planificar estratègicament de manera eficaç. Hi ha qui defineix la planificació com un conjunt d'activitats per assolir una previsió en futurs camps d'acció, una recerca d'objectius que ajudin a mobilitzar els recursos del futur, una preparació metodològica per desenvolupar estratègies però a poder seleccionar-les a posteriori amb una assignació de recursos adequada, una definició d'objectius que es puguin assolir amb la previsió, l'estratègia i els recursos definits (Ansoff, 1997).

Els conceptes vinculats a previsió han de permetre posar la vista en el futur, fet que és fonamental en la preparació de plans estratègics. En el cas de plans estratègics portuaris un dels indicadors a considerar és el tràfic portuari, per tant, és absolutament indispensable poder tenir un sistema de previsió que pugui donar una visió el màxima d'acurada possible dels esdeveniments que han de venir. Com a conseqüència, durant el desenvolupament d'aquesta tesi doctoral, la previsió del tràfic portuari mitjançant la utilització de sèries temporals serà una part fonamental de l'estudi a realitzar per interpretar la situació dels diferents ports en comparació amb els ports de Barcelona i Tarragona.

Tal com és fàcil de suposar, la planificació estratègica utilitza la previsió com a eina de tractament de dades, una eina val a dir molt potent i efectiva, però que es podrà veure que en alguns aspectes té alguna mancança que es posarà de manifest durant el desenvolupament del treball realitzat. Al mateixa temps es pot considerar que la planificació estratègica va més enllà d'una mera previsió, cal definir tota la base que ha de permetre assolir els objectius bàsics de futur estratègics per l'empresa, l'administració o l'organització objecte d'estudi.

La planificació és un element bàsic en qualsevol treball directiu i quedar-se en la previsió és un error, però planificar sense previsió també és un altre error. S'han de prendre decisions estratègiques en base a dades que tinguin una bondat contrastable i una utilitat manifesta. No es poden prendre decisions en base a suposicions de tipus intel·lectual ni utilitzant dades que no tinguin una relació directa i inequívoca amb el que es vol planificar. En el cas de les autoritats portuàries, és evident que es treballen les accions a realitzar però també s'anuncien les dades objectius a assolir, ja siguin mesurades en tones de material que han entrat i sortit del port, ja sigui en contenidors mobilitzats o bé, en alguns ports específics, en nombre de creueristes que han utilitzat durant un període de temps les instal·lacions del port.

La planificació estratègica de les organitzacions és absolutament necessària i permet a dites organitzacions participar de forma activa en el desenvolupament del seu futur. Les organitzacions han de poder definir el seu futur el màxim que sigui possible per evitar les incerteses que de forma habitual es produeixen en el desenvolupament de qualsevol activitat i en la vida mateixa. En el cas de les empreses i de les organitzacions sotmeses als mercats és fonamental anticipar el futur de les mateixes doncs, en cas contrari, el futur pot passar per sobre per falta de planificació en general i de previsió en particular.

1.2.1. Problemes per utilitzar la planificació estratègica:

No tots els gestors tenen una clara tendència a la planificació i, en alguns casos, ni tan sols a la previsió, aquest fet es deu a varies raons que s'exposen a continuació i que s'aniran desmentint al llarg del desenvolupament d'aquesta tesi doctoral:

1. La rigidesa com a element d'immobilisme. Es portava a terme el desenvolupament d'un pla estratègic a tres o cinc anys i ja no era possible fer cap modificació ni gestionar els canvis que s'anaven produint en la realitat de l'organització. Aquest és un pensament antic, doncs com es veurà, antigament es desenvolupava un pla estratègic i s'havia de complir sense possibilitat de modificació o d'intervenció per part dels gestors de

l'organització. Actualment, la tendència és a un plantejament proactiu de les situacions, on mitjançant planificació i amb l'ajuda de la previsió s'han de poder desenvolupar els plans de l'empresa al mateix temps que s'han de preveure i actualitzar les situacions i les realitats del moment.

Aquesta situació porta a un futur canviant i a considerar que existeix més d'un futur per a les organitzacions, per aquest motiu ha d'existir un pla estratègic amb línies mestres però que sigui possible adaptar a la realitat canviant amb un seguiment fet en períodes que permetin la reacció dels responsables del pla estratègic, no en la seva globalitat, però si en les accions que siguin necessàries per no perdre el camí dels objectius marcats.

Per tant, el concepte de pla estratègic ha de portar lligat els adjectius de dinàmic, flexible, adaptable i mòbil, però sense perdre l'essència de l'organització que són els seus objectius mestres, la seva missió i la seva visió. Conceptes que es desenvoluparan al llarg d'aquest primer capítol.

Un plantejament de la utilitat dels plans estratègics considerats com a objectes mòbils i dinàmics es pot definir en el següents punts:

- Cal una definició del projecte de futur de l'organització amb il·lusió però dins d'un marc de solidesa i consistència demostrables dins de l'organització.
- Portar a terme una política de decisions dins del projecte definit en l'àmbit d'actuació del pla estratègic.
- Les decisions de futur s'han de prendre avui en base a dades i a elements que siguin mesurables o bé explicables de forma racional.
- Definir mitjançant identificació prèvia els objectius de l'organització a llarg termini sense menystenir els objectius a curt i mitjà termini.
- Qualsevol pla estratègic, seguint les més elementals normes de treball amb qualitat i recerca de l'excel·lència, cal desenvolupar-lo mitjançant un elevat grau de transparència, comunicant tot allò que es pugui comunicar al màxim de personal que es pugui comunicar. Serà necessari, per tant, utilitzar una eina com és un pla de comunicació que transmeti la filosofia, l'essència de l'organització,

els seus valors, la seva missió i la seva visió de forma compartida amb tots els actors implicats.

- Per assolir el compromís de totes les parts interessades (stakeholders) la transparència és la clau, així com una visió de l'organització compartida i consensuada per la direcció. És molt millor el consens en un pla estratègic que la imposició.
- Gestió professional i eficaç del pla estratègic que permeti veure als actors implicats la bondat i la utilitat del mateix.
- Definició dels rols de tots els implicats. Cal definir qui fa què. Cal una definició clara i estricta de les responsabilitats de les diferents parts.
- Revisió continuada del pla estratègic implementat i de les accions que en deriven, de forma que sigui possible reaccionar davant un canvi en la realitat que afecti a l'organització. La coordinació, el seguiment i la solució de problemes d'aplicació de manera ràpida i contundent permetrà que la credibilitat del pla estratègic augmenti durant el seu període d'aplicació i desenvolupament.
- La professionalització del pla estratègic porta a la credibilitat del mateix. Una implicació vertical de dalt a baix és essencial per al desenvolupament del mateix, només d'aquesta manera s'aconseguirà que el desenvolupament sigui de baix a dalt amb una millora molt més efectiva dels resultats i de l'aplicabilitat.

Els plans s'escriuen, però s'han de revisar mitjançant un control estricte del seu desenvolupament i de la realitat de la seva aplicació, no s'han de considerar immutables i intocables.

2. La utilització de dades financeres com a única eina de mesura de la gestió del pla estratègic, ja sigui mitjançant informes de dades periodificades en el temps, ja sigui mitjançant informes de gestió financera intel·lectual de la situació. Les dades financeres han de ésser una eina de control i seguiment, però s'han de definir altres indicadors que no han de ser necessàriament financers i que poden ajudar a definir la realitat i el desenvolupament de la mateixa. En un entorn canviant, una fotografia fixa financera pot ésser una eina interessant però no definitiva i capital per especificar una visió de

l'entorn o una presa de decisions que modifiquin el rumb del pla estratègic. Un pla estratègic dins d'una organització és molt més que dades financeres.

La formalització d'un pla estratègic permet adoptar una política de gestió amb menys improvisacions i amb un nivell de rigor molt més elevat i transparent amb una vigilància de l'entorn basada en la sistemàtica amb un augment clar del control de possibles canvis no previstos inicialment. Formalització, rigor i control.

Realitzar estudis, treballs de previsió, informes, ..., que donin informació en diferents àmbits i que permetin el desenvolupament del poder de decisió en base a estudis contrastats i no en base a intuïcions. Coordinació d'aquest procés de presa de decisions amb el conseqüent seguiment de les accions implementades, tenint en compte la participació del màxim de personal de l'organització a tots els nivells. Decisió contrastada, seguiment acurat i implicació.

La comunicació com un dels pilars de l'organització, tant des d'un punt de vista intern com des d'un punt de vista extern. En el cas que ocupa aquesta tesi doctoral, cal fer un esment específic a la necessitat de comunicar per part de les autoritats portuàries tant a nivell intern de l'organització, com a nivell intern del port com a nivell extern en el món afectat, ja sigui local, estatal o europeu. En tots els casos la comunicació s'ha de portar a terme en el llenguatge que sigui més adequat al públic al qual es dirigeix la informació, és important el què es comunica però també el com es comunica. Comunicació àgil i efectiva a tots els nivells.

3. La resistència al canvi i la possibilitat d'incerteses en l'horitzó de desenvolupament del pla estratègic, amb la impossibilitat de preveure sempre exactament el que passarà. No és possible preveure sempre i en tot moment el que passarà. No es pot considerar un pla estratègic com un element infal·libre. La direcció ha de saber conviure amb la inestabilitat i les incerteses, s'ha de tenir la capacitat de portar a terme la gestió de l'empresa o l'organització valorant sempre els imponderables. Per tant, és molt millor poder planificar el futur que no fer-ho, és molt millor tenir eines útils per interpretar la realitat que improvisar de forma constant i com es veurà, és molt millor ser proactiu que ser reactiu a les situacions que es puguin presentar; tot i saber que no sempre serà possible.

Com a conseqüència d'aquesta situació i des d'un punt de vista tàctic i estratègic, és important considerar els diferents escenaris on es pot moure i haver d'interactuar per

part de l'organització o de l'empresa o de l'autoritat portuària, al mateix temps que cal considerar el desenvolupament de plans de contingència que permetin fer front a diferents possibilitats que el temps vagi posant en el camí de l'organització. Cal tenir un pla estratègic però que pugui ser desenvolupat i adaptable a diferents situacions i realitats buscant sempre els objectius desitjables plantejats.

1.2.2. Motius per utilitzar la planificació estratègica:

Els motius per utilitzar la planificació estratègica a considerar són els següents (MacDonald; Leppard, 1994):

- Augment de la predisposició al canvi per part de l'organització així com una millora de la preparació per encarar l'esmentada possibilitat de canvi.
- Identificació dels canvis a la major brevetat possible
- Identificació de les accions que poden esperar per poder afrontar millor els canvis i les seves conseqüències.
- Millora de la coordinació a tots els nivells de l'organització recorrent en tot moment el benefici de l'organització per posteriorment assolir un benefici dels actors implicats.
- Reducció de la conflictivitat respecte al desenvolupament dels objectius de la empresa i del desenvolupament del camí per assolir aquests objectius.
- Minimització de respostes irracionals i inesperades per part dels diferents actors implicats davant de canvis no previstos.
- Millora de la comunicació.
- Obligació als diferents actors a pensar de forma sistemàtica en el futur, cadascú en el seu nivell de responsabilitat i de dedicació. La direcció té l'obligació permanent de pensar en el futur de l'organització.
- Creació d'un context útil per a un control i revisió de les accions que s'estan portant a terme actualment i que s'ha de portar a terme a curt i mitjà termini.
- Ajustar els recursos a les oportunitats que es detectin en cada moment i situació.

- La sistematització que dóna l'aplicació de la planificació porta a nivells de productivitat més elevats, sempre que el seu desenvolupament sigui controlat.

Com a resultat dels punts anteriors la direcció estratègica, concepte a tenir molt en compte, es pot definir com un procés que mitjançant tot un seguit de funcions: anàlisi, planificació, organització, execució i control busca assolir un avantatge competitiu de forma sostinguda en el temps i que permeti defensar la posició de l'organització enfront de la competència present i futura, mitjançant la utilització dels recursos i capacitats de l'organització i el seu entorn (stakeholders) amb la finalitat de cercar la satisfacció de l'organització i de tots els actors implicats (Sainz de Vicuña, 2003).

Hi ha organitzacions que defineixen les motivacions per realitzar un pla estratègic tenint en compte els següents conceptes:

- Implementació (de polítiques, mesures i accions).
- Justificació (de l'anterior implementació).
- Renovació (de les estructures i del funcionament de l'organització).
- Actualització (de mètodes i decisions).
- Rigor (en la gestió).
- No improvisació (en la gestió).
- Participació (actors implicats).
- Comunicació.
- No condicionament (per parts d'actors en particular).
- Productivitat (millora).
- Oportunitats (millora en la detecció).

1.2.3. El plantejament tradicional i els seus inconvenients:

D'acord amb els plantejaments de la planificació formal, la idea tradicional d'un pla estratègic es pot pensar de forma seqüencial, seguint els següents punts, que s'especifiquen de forma gràfica (Figura 1.2):

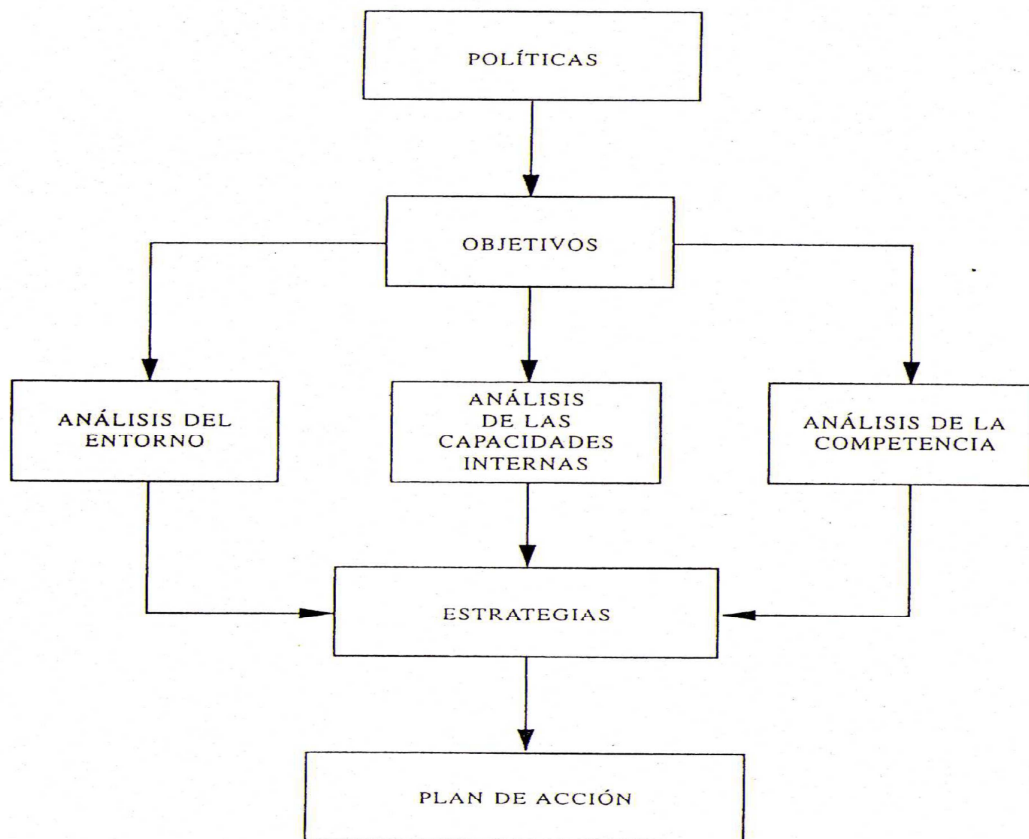


Figura 1.2. Esquema plantejament tradicional. (Enríquez, 2000)

1. Enunciat de les polítiques.
2. Establiment d'uns objectius.
3. Anàlisi de dades referents al mercat i el seu entorn, els competidors, així com els punts forts i el punts febles de l'organització a través d'una anàlisi exhaustiva de les seves capacitats internes.
4. Desenvolupament d'estratègies per assolir els objectius.
5. Formulació d'un pla d'acció per portar a terme les estratègies i assolir els objectius.

La tasca principal i que porta una feina més important és realitzar una anàlisi de les dades i la definició de les estratègies venen a resultar una conseqüència obligada d'aquesta anàlisi. Com s'ha comentat anteriorment, un dels problemes d'aplicar plans estratègics es basava en la gestió única de dades financeres sense tenir en compte d'altres indicadors, fet que generava fortes disfuncions.

Com a conseqüència de l'aplicació d'aquest esquema tradicional, es presentaven una sèrie de problemes que es poden resumir de la següent manera:

1. El procés consumeix molt de temps i és molt costós (tant des del punt de vista econòmic com des del punt de vista d'hores de feina).
2. Amb freqüència hi ha importants disfuncions amb la realitat. La realitat va per un camí diferent del que s'ha especificat en el pla estratègic definit i hi ha poca possibilitat de reacció.
3. Provoca que els responsables de la gestió de l'organització tinguin un pensament a curt termini sense una preocupació pel esdeveniments futurs a mitjà i llarg termini.
4. En la concepció, definició i execució del pla estratègic hi ha implícites les principals dificultats per a la seva execució i del seu assoliment de resultats.

No hi ha dubte que es necessari centrar-se en una determinada acció planificadora de tipus que sigui davant de la presència notòria i angoixant del canvi i la incertesa com a elements a no perdre en cap moment de vista. Millor aplicar aquest plantejament que deixar-se portar per la inèrcia de les situacions i de la improvisació. Cal fer quelcom abans que no fer res o respondre només als estímuls del mercat i de la realitat de forma irracional.

D'una manera manifesta o de forma no tant clara o evident, l'esquema utilitzat per desenvolupar una activitat determinada (en aquest cas la gestió portuària i la gestió d'una autoritat portuària i del seu entorn més immediat) té unes característiques d'un sistema i, com a conseqüència, gaudeix del seu corresponent paradigma, pauta o model que governa les operacions del mateix, fins i tot, governa la forma de pensar dels diferents actors i de les diferents parts implicades del sistema. Com a model es pot considerar el pla estratègic en general, d'una forma pública i notòria, o bé la definició d'un model de previsió matemàtic en particular, d'una forma no visible per al gran públic, com pot ésser un model de previsió mitjançant sèries temporals.

Els problemes apareixen quan algun factor exterior al sistema (outsider), canvia el paradigma, trencant les regles ja establertes. Hi ha un trencament de la realitat coneguda, ja sigui de forma

total, cas extrem, o ja sigui de forma parcial en major o menor mesura. Aquest trencament del model i de la realitat proporciona les següents conseqüències:

1. Hi ha un refús enèrgic per part dels actors afectats del canvi, donat que la innovació procedeix de l'exterior, provocant un sentiment inconscient de no acceptació del canvi, veient aquest canvi com una amenaça i no pas com una oportunitat. Aquesta és una forma d'actuar en tots els àmbits de la vida, tant des d'un punt de vista empresarial com particular, però hom ha de demostrar la maduresa suficient per assolir l'adaptació al canvi empresarial i personal.
2. Els experts poden dir que la innovació o el canvi no funcionarà, mitjançant la generació d'informes de part per convèncer les diferents parts implicades de la maldat d'aquests canvis. Aquesta és una forma habitual de matar qualsevol possibilitat de canvi o d'innovació o de recerca d'oportunitats.

Com a resultat dels dos punts anteriors, cal dir que les organitzacions més imaginatives d'un sector productiu o de serveis poden començar a interessar-se per les innovacions, provant, com a pas posterior, la viabilitat d'aquests canvis i la seva implementació en un nou model i una nova sistematització, per finalment passar a donar com a definitiu el nou model i essent considerat vàlid amb la mateixa força que l'anterior.

L'aspecte més important a tenir en compte és que el desenvolupament del nou model requereix que els plans d'actuació es basin fonamentalment en un procés intuïtiu més que en l'anàlisi de dades, la raó és molt simple: no existeixen dades o tendències que es puguin analitzar. No es pot mirar el passat per extrapolar sèries de dades ni detectar tendències futures. D'aquesta manera es pot reafirmar que la història no pot predir el futur.

Com a conseqüència, l'únic camí que queda és contemplar el futur (en un concepte temporal, no com a horitzó de successos) com una oportunitat per explotar els canvis i fer una recerca intensiva d'oportunitats. Darrerament aquesta realitat s'està posant de manifest amb tot el relacionat amb els canvis tecnològics, cal que les empreses i els seus entorns s'adaptin el més ràpid possible als diferents canvis tecnològics i siguin capaços de treure el millor partit possible d'aquests canvis.

El concepte de canvi de les regles del joc és el que ha d'imperar en aquestes situacions. Cal acceptar els riscos, tant a nivell d'organització com personal, però tenint en compte que els innovadors i els primers en acceptar els canvis guanyen sempre un avantatge competitiu

significatiu i que a mitjà o llarga termini es magnifica. Com a conseqüència, una possible previsió del canvis o bé apuntar-se ràpidament a la gestió de les innovacions, amb una gestió sobre la marxa a través d'una planificació adequada, augmenta la possibilitat d'extreure beneficis de les oportunitats, minimitzant el risc de canvi. Per desenvolupar aquestes habilitats cal adquirir i desenvolupar la mentalitat estratègica que té la seva plasmació més important en un canvi de plantejament.

Fins ara s'ha vist com el plantejament tradicional, sota la pressió de les circumstàncies i de la realitat, es veu empès i debilitat per les seves pròpies carències a cedir el pas a un nou plantejament estratègic de la planificació. La consideració del nou plantejament, presentat com l'alternativa vàlida al plantejament tradicional, fa un especial èmfasi en els conceptes de mentalitat estratègica i propòsit estratègic, que porta de forma obligada al desenvolupament del plantejament estratègic modern.

1.2.4. La direcció estratègica:

La direcció estratègica s'ha de considerar com un procés continu en el que cal desenvolupar cinc tasques que requereixen una avaluació constant i una presa de decisions hàbil per continuar amb el desenvolupament de les accions tal com han estat planificades o bé modificar-les per encabir-hi els canvis que s'albiren, que s'estan produint o que ja s'han produït i encara hi ha la possibilitat de no perdre el tren de la realitat.

Les cinc tasques a considerar son les següents (Thompson; Strickland, 1995):

- Especificar el concepte de negoci amb una visió clara del camí que ha prendre l'organització. Cal que tota organització tingui clara a tots els nivells quin és el camí a recórrer, quina és la finalitat d'aquest camí proporcionant una direcció a llarg termini mitjançant una definició clara de la missió On es troba l'organització i on vol arribar o que vol arribar a esdevenir
- Una vegada elaborada la missió de l'organització, cal especificar com a derivada d'aquesta missió els objectius que s'han d'especificar en un futur, tant a curt, com a mitjà o llarg termini.
- Cal dissenyar una estratègia que porti l'organització a l'assoliment dels objectius declarats. Quin camí seguirà l'organització per arribar a on marquen els objectius definits.

- Posada en marxa i execució de l'estratègia definida de forma eficaç i eficient. Cal procurar tenir una organització amb un estructura adequada, desenvolupar les inversions i pressupostos adequats, cal vetllar per la motivació de les persones, desenvolupant un sistema de comunicació on tothom si senti còmode, exercint per part de la direcció un lideratge intern que impulsi la implantació de l'estratègia definida i la millora continua com una finalitat en si mateixa.
- Avaluació dels resultats, revisió de la situació de forma periodificada i implantació de les mesures correctores a tots els nivells necessaris: la missió, els objectius, l'estratègia o el seu desenvolupament en base a l'experiència obtinguda, a l'observació de les condicions canviants, de les noves idees que van sorgint i de les oportunitats que s'albirin en l'horitzó temporal de l'organització.

L'aplicació d'aquesta tasca de plantejament estratègic mitjançant direcció estratègica implica que a llarg termini no sigui necessari un pla estratègic com s'especificarà a continuació, donat que la realimentació continua de dades, objectius, estratègies, idees i oportunitats farà que el pla estratègic inicial es vagi realimentant sol però fins arribar a aquesta situació caldrà treballar molt i agafar una sistemàtica i una pràctica que no solen ser habituals a dia d'avui en les organitzacions.

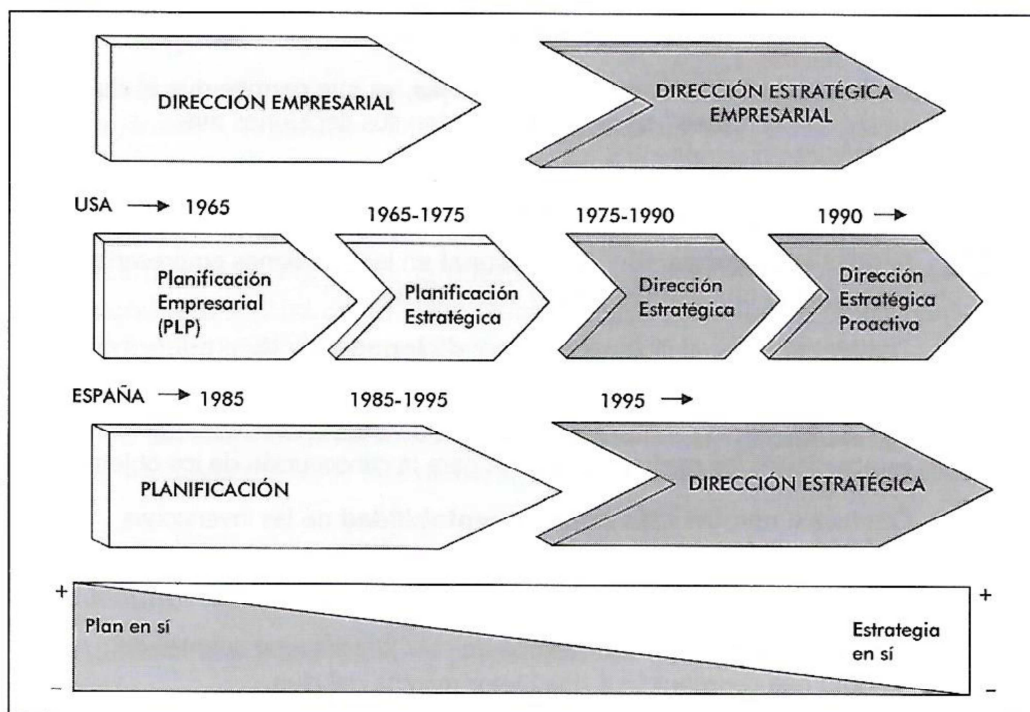


Figura 1.3. Evolució històrica de la gestió des del punt de vista de la direcció (Sainz de Vicuña, 2003).

L'evolució històrica de la direcció de les organitzacions fins arribar al segle XX es pot veure reflectida en la figura 1.3. El que resulta més important és arribar a la direcció estratègica on es recerca una implicació en ambdues direccions: la d'estratègia i la d'organització o empresa, però sense arribar a considerar la interrelació de molts recursos interns en la implementació de l'estratègia dissenyada. Cal una millora en la reflexió estratègica, en la generació d'idees força que guiïn el sentit de l'organització per passar a una definició dels aspectes formals del pla estratègic de forma més rutinària.

Cal observa que com a pas fonamental, es passa de la gestió estratègica a la gestió estratègica proactiva, fet que es veurà reflectit en la nova definició de plantejament estratègic.

1.2.5. El plantejament estratègic:

Per descriure aquesta nova manera de pensar i d'actuar cal canviar la forma d'expressió i la concepció del procés considerat en forma de seqüència, tenint en compte tres blocs amb conceptes clarament diferents però molt potents en el moment de la seva aplicació, que formen part de la totalitat del plantejament d'acord amb la figura 1.4:

1. La dinàmica estratègica.
2. El pla operatiu.
3. Les accions.

Caldrà desenvolupar aquests conceptes de manera separada, tenint en compte la seva essència i el seu contingut, però sense perdre de vista la implicació total entre tots tres conceptes, dins d'un procés sistemàtic de realimentació que constitueix la substància de la planificació estratègica.

La realimentació ha de portar a una gestió estratègica on els plans estratègics es realimentin de forma automàtica en els seus diferents aspectes. Cal donar una visió particular d'aquests tres punts sense perdre de vista la visió global i tenint en compte que el concepte pro activitat acabarà sent essencial per a una planificació molt més productiva i que permetrà millor resultats a l'organització en els seus diferents àmbits.

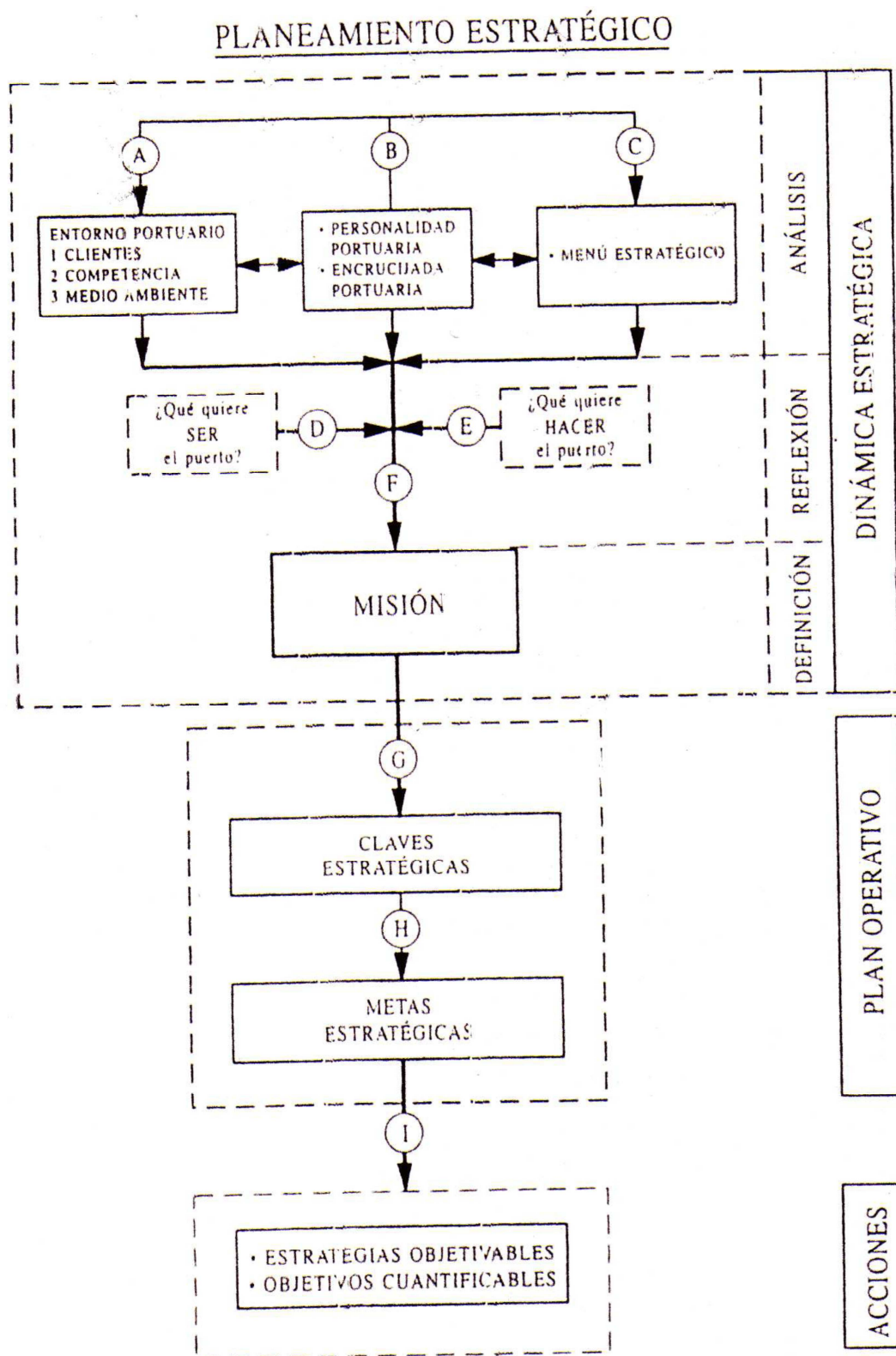


Figura 1.4. Estructura del planteament estratègic. (Enríquez, 2000).

Com a següent figura a tenir en compte que dóna suport a l'anterior és el procés d'elaboració d'un pla estratègic presentat per un altre autor:

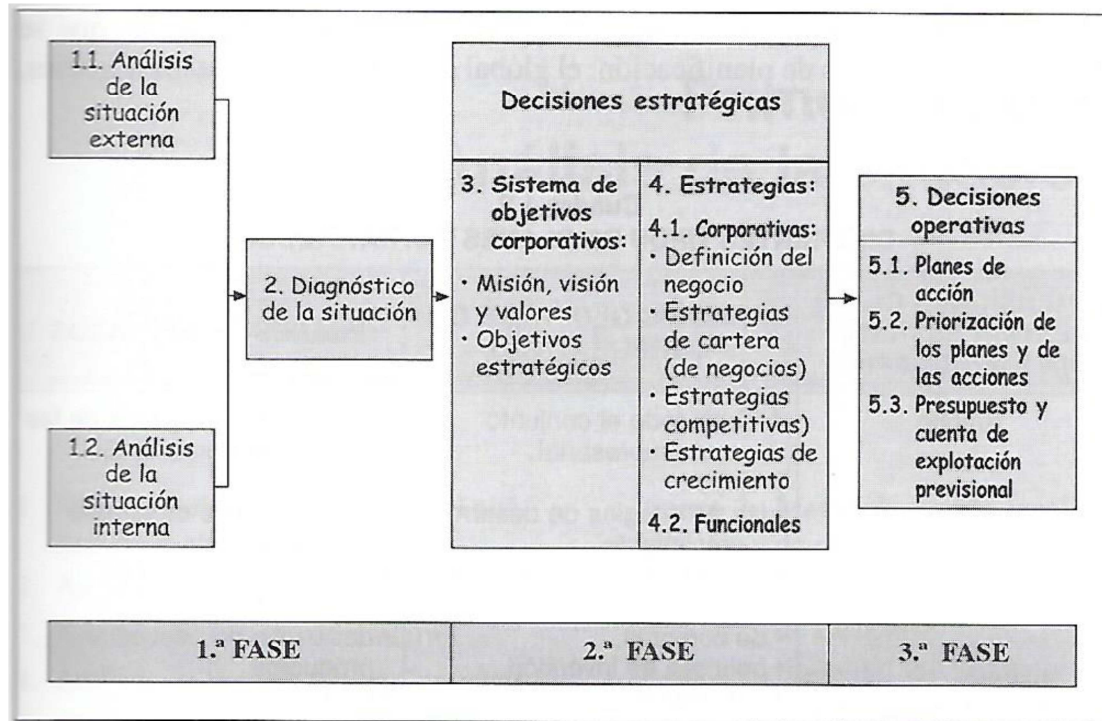


Figura 1.5. Elaboració d'una pla estratègic (Sainz de Vicuña, 2003).

En aquest cas, es planteja el següent procés d'elaboració del pla estratègic:

1. Anàlisi de la situació tan des d'un punt de vista extern com des d'un punt de vista intern.
2. Diagnosi de la situació.
3. Sistema d'objectius corporatius amb la definició de la missió, la visió i els objectius estratègics.
4. Elecció de les estratègies.
5. Decisions operatives definint els plans d'accions, la seva prioritització amb la necessitat d'inversió econòmica.

1.2.6. La dinàmica estratègica:

Aquest concepte representa la part essencial de la planificació, no tant pel seu desenvolupament intern, si no per la filosofia que destil·la al seu voltant. La filosofia fonamental de la planificació estratègica gira al voltant del concepte de dinàmica.

S'utilitzarà una combinació de les dues figures 1.4. i 1.5. presentades anteriorment per desenvolupar el tema de la dinàmica estratègica, tant des d'un punt de vista més general d'una organització com des del punt de vista més particular d'una autoritat portuària actor principal en aquesta tesi doctoral.

Per començar a especificar el contingut d'aquest bloc, s'ha de destacar en primer lloc la fase de definició, que culmina amb el terme missió, amb l'objectiu de confrontar amb l'antiga definició de polítiques. Aquest darrer terme té per costum englobar principis, intencions, cultures, conceptes que es poden definir com a ideologia organitzativa.

El concepte missió és el resultat d'un procés de creació mental, intel·lectual i discursiu que s'ha de posar de manifest mitjançant una declaració que especifiqui les intencions bàsiques de l'organització reunint les següents condicions:

1. Cal que sigui concisa, però amb certa densitat de conceptes però expressats de manera breu.
2. Cal que tingui la possibilitat de perdurar, amb una visió a llarg termini de les intencions bàsiques de l'organització.
3. Cal que generi motivació a tots els nivells de l'organització, doncs ha de ésser coneguda, acceptada i interioritzada per tothom.

A la definició del contingut de la missió s'hi arriba a través d'una fase d'anàlisi, amb l'ajut d'un estudi exhaustiu i realimentat per part de l'entorn, de la potencialitat de l'organització, en aquest cas l'autoritat portuària i el seu entorn i de la consideració de les opcions estratègies de l'organització en el seu sentit més ampli. Aquestes tres apartats s'ampliaran i es comentaran més abastament posteriorment.

En algunes de les exposicions teòriques que es desenvoluparan, s'entrarà cada vegada més en el plantejament propi de les organitzacions com autoritats portuàries o ports, que al final formen part de l'objecte d'estudi d'aquesta tesi doctoral.

En aquest procés s'apliquen tres recursos fonamentals considerat des d'un punt de vista estratègic:

1. L'experiència és un dels actius més valuosos de l'organització i és necessari que existeixi en tota organització, doncs en cas contrari, mancances en aquest aspecte pot representar un greu inconvenient en el desenvolupament de les tasques a tots els nivells de l'organització. La seva importància resideix en el fet que, davant circumstàncies anàlogues del present respecte del passat, s'ha de tenir capacitat per dir: què es va fer, per què es va fer i quin va ésser el resultat. Convenientment aplicada pot assolir la repetició d'una història favorable o evitar la repetició del fracàs en una altra desfavorable. Al mateix temps, l'absència d'experiència o bé un nivell d'experiència més baix que la competència fa perdre de forma molt ràpida posicions en el mercat en que el situï l'empresa o organització objecte d'estudi.
2. El coneixement de l'organització o de l'empresa que en el cas que ocupa aquest estudi s'entén com el coneixement del col·lectiu format pel propi equip portuari o de l'autoritat portuària, pel de la comunitat portuària (transportistes, transitaris, expedidors, fletadors, ...) i pel dels clients externs; d'aquests darrers és on és més important extreure informació, idees, dades o qualsevol altra especificació que sigui susceptible de participar en la millora dels coneixements de l'organització. Aplicant aquest coneixement per si mateix comporta plantejar-se amb coneixement de causa, dues preguntes claus: quins són els coneixements del port? I quins són els aspectes que s'ignoren i que seria especialment interessant de conèixer?
3. El bon criteri, amb el que decidir a través de les diferents alternatives. Per moltes anàlisis de tendències, sèries de dades històriques o estudis de viabilitat que es portin a terme, al final sempre s'haurà d'aplicar el sentit comú, però amb el suport inestimable dels informes, de les anàlisis de les dades acompanyades de l'experiència adequada a cada posició de decisió. El sentit comú sempre s'ha considerat una de les components fonamentals de la intel·ligència humana, però no sempre ha destacat en el moment de prendre decisions o de definir de forma clara i concisa les posicions estratègiques d'una organització. El sentit comú és el que sobrevola sobre els bons gestors que abans d'emprendre cap acció executiva a qualsevol nivell tenen en compte les dades i l'experiència per poder considerar que les accions arribaran a bon port.

Entre la fase d'anàlisi i la fase de definició de la missió s'hi troba una fase de reflexió, en la que l'organització o l'autoritat portuària s'ha de plantejar dues preguntes claus:

- a. Què es vol ésser?
- b. Què es vol fer?

Com alguns autors defineixen, la missió és la raó de l'organització o empresa per existir i constitueix un conglomerat de valors, aspiracions i de la seva raó d'ésser (Daft, 1988).. La declaració formal de la missió es pot considerar com una definició general de terreny de joc de l'organització i de les seves operacions distintives, essent aquesta una definició breu i senzilla que realitza una descripció de les activitats fonamentals de l'organització i de les seves finalitats (de Miguel Fernández, 1993).

Els objectius de l'organització son una conseqüència de les idees bàsiques de la planificació estratègica, per tant, la missió i la seva definició i coneixement a tots els nivells de l'organització s'ha de considerar una concepte fonamental en el procés de creació i desenvolupament d'un pla estratègic.

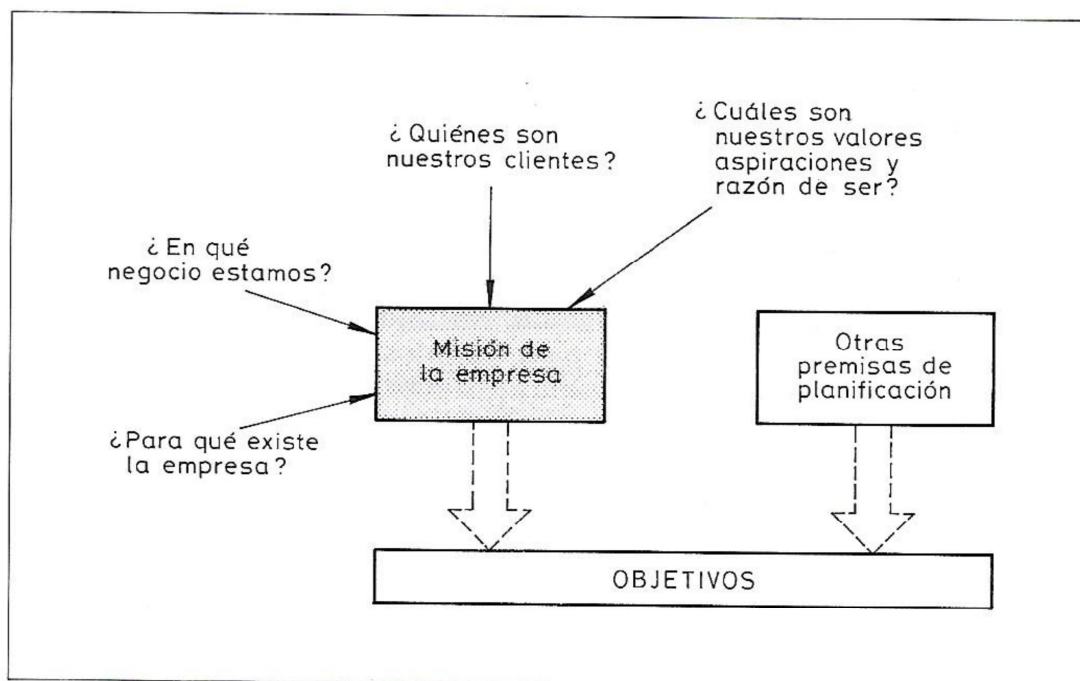


Figura 1.6. La missió com a base per fixar objectius (de Miguel Fernández, 1993).

També es troba una altra definició de la missió: la missió és una manifestació clara i permanent de la finalitat que diferencia una organització d'una altra del seu mateix tipus i identifica l'àmbit de les seves operacions en termes de producte i de mercat (Pearce, 1982).

Dins de la primera qüestió presentada, la finalitat de la qual és projectar la personalitat del l'organització en general i el d'una autoritat portuària en particular cap a l'escenari futur dissenyat com a esperat, s'han de considerar tota una sèrie de paràmetres (de Miguel Fernández 1993) aplicats en aquest cas sí de forma especial a l'àmbit portuari:

1. Els paràmetres institucionals: landlord, landowner, autarquia.
2. Els paràmetres operatius: especialització, diversificació, monopoli.
3. Els paràmetres de relació amb l'entorn: enquistat en l'umland, enfocat cap el hinterland, obert al vorland i tant d'altres en major o menor grau han estat exposats anteriorment i tenint en compte que la seva consideració ha d'estar naturalment presidida per les característiques peculiars del port. En aquest punt és molt important tenir en compte que l'expressió "característiques peculiars" no és res que vingui donat per sempre i que moltes vegades es pren com excusa per a no canviar. Si el caràcter d'una persona no es pot canviar, sí que son modificables les seves aptituds, actituds i conductes.

El sentit a la segona pregunta: què es vol fer, s'ha contextualitzar dins del conjunt d'accions genèriques (les específiques vindran més tard) que s'ha d'engegar per aconseguir que l'organització projectada al futur s'assoleixi, o en tot cas per assolir que la diferència entre el que s'aconsegueixi a través del temps i l'objectiu o objectius proposats sigui el mínima possible, posant un especial èmfasi més en la qualitat que en la quantitat.

Més que assolir un disseny d'accions específiques es tracta d'adoptar actituds, d'adoptar aptituds, generar normes de conducta; seria quelcom similar a desenvolupar per a l'organització una mescla de cultura (les seves arrels i les seves creences) i de civilització (el seu comportament).

Una mostra de les preocupacions que poden sorgir davant del binomi ésser / fer, es poden plantejar una sèrie preguntes amb una càrrega de profunditat de molt calat en qualsevol organització portuària:

1. L'autoritat portuària ha de posar èmfasi en el tràfic o en el valor afegit? O en una combinació estratègica de tots dos?
2. L'autoritat portuària s'ha d'orientar cap al benefici (empresa privada) o al servei (servei públic)? O en una combinació estratègica de tots dos?
3. L'autoritat portuària ha d'ésser un pol d'atracció per al tràfic o per a les línies?
4. Mercaderies o creueristes? O, una altra vegada, una combinació estratègica de tots dos?
5. Granelers o containers? Especialització en un tipus de càrrega o intentar ampliar les possibilitats treballant el màxim tipus de càrregues?
6. L'autoritat portuària ha d'estimular directament el desenvolupament econòmic del seu entorn o deixar aquesta tasca d'efecte multiplicador a les empreses portuàries o vinculades amb l'entorn portuari?
7. L'autoritat portuària ha d'ésser autosuficient o deixar la porta oberta a col·laboracions? Combinació de competència i col·laboració quan sigui possible?
8. L'autoritat portuària ha d'estendre la seva activitat a serveis fora de l'àmbit pròpiament portuari. Aleshores, quin és el motiu: la diversificació o la rendibilitat? El servei públic o el servei privat?
9. L'autoritat portuària ha de desenvolupar la cultura del landlord, del landowner, de l'autarquia?
10. L'autoritat portuària ha de pressionar l'entorn per treballar segur, amb qualitat i amb respecte al medi ambient. Fins a quin punt? S'ha d'intervenir molt o s'ha de deixar fer a la resta d'actors de l'àmbit portuari?

De l'estudi profund i detallat dels conceptes de ésser i fer i de l'anàlisi de totes les preguntes plantejades es pot arribar, en el cas de les autoritats portuàries, a la definició de missió de forma suficientment reflexionada per assolir un consens i un èxit en la implantació de dita missió en el seu àmbit d'actuació. No només això, pot servir de guia als diferents actors que actuen en l'entorn portuari, ja siguin ens públics o empreses privades o organitzacions mixtes (com es pot considerar una autoritat portuària).

Dins de la dinàmica estratègica es defineixen tres fases amb els seus corresponents apartats:

1. Anàlisi:

a. Anàlisi de l'entorn portuari:

- Clients.
- Competència.
- Medi ambient.

b. Reflexió sobre si mateix, sobre l'organització o sobre l'autoritat portuària en aquesta cas.

c. Menú estratègic.

2. Reflexió:

a. Què es vol ser.

b. Què es vol fer.

3. Definició de la missió.

Constitueixen la definició formal de la dinàmica estratègica que s'ha de mantenir permanentment en acció, de forma viva i amb esperit de modificació en qualsevol de les seves fases; aquesta realimentació a tots els nivells inclosos en inicials o més elevats en la definició d'un pla estratègic és la raó d'ésser de la planificació estratègica i la que estableix la diferència radical i absoluta entre aquesta planificació i la que s'ha anomenat formal o tradicional.

Aquesta realimentació continua pot recordar el concepte de millora continua on de forma cíclica les accions per continuar endavant analitzant la situació, millorant-la, veient la possible existència de problemes i la seva possible solució de forma avançada, de forma proactiva, concepte bàsic en la planificació estratègica a qualsevol nivell, recorda per motius evidents la

base de qualsevol sistema de millora i realimentació actual basat en el cicle PDCA també anomenat cicle de Deming molt propi en entorns de qualitat.

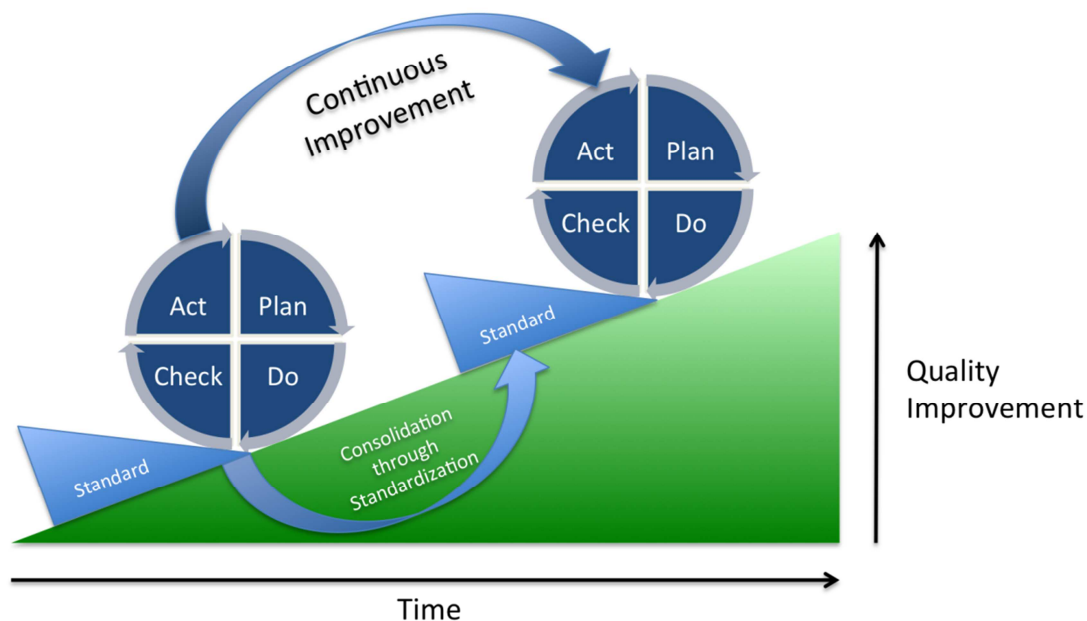


Figura 1.7. Cicle PDCA o cicle de Deming (Johannes Vietze, 2013).

Una vegada especificat l'ordre de les fases dins de l'apartat de la dinàmica estratègica, es pot passar a la consideració detallada de cadascun d'aquests apartats començant per la fase més important pel funcionament de la dinàmica i de la planificació estratègica: l'anàlisi.

1.2.7. Anàlisi de l'entorn - Anàlisi de la realitat:

Un anàlisi de l'entorn o de forma més general de la realitat d'una organització, d'un port o d'un autoritat portuària ha de permetre conèixer de manera més profunda les circumstàncies que envolten l'empresa i aquest coneixement més a fons ha de permetre de forma automàtica però mitjançant una estudi rigorós i amb un anàlisi intel·lectual de primera magnitud definir les oportunitats i amenaces a les que es veu sotmesa l'organització.

A dia d'avui, treballant amb sistemàtiques de normes ISO 9000 o ISO 14000, es fa un èmfasi especial en l'anàlisi dels riscos als quals fa front l'organització. Riscos que es poden entendre en positiu i en negatiu. Elements que convenientment analitzats i previstos poden representar una

oportunitat per l'empresa (desenvolupament de noves oportunitats de negoci) o bé poden representar una seriosa amenaça pel seu futur i per la seva situació en el mercat.

Cal fer l'estudi previ de definició d'un pla estratègic unint totes les peces que permetin tenir una fotografia el més acurada possible de la realitat on es mou una organització en general, o una autoritat portuària en aquest cas. Cal tenir un sentit de la realitat global ajuntant totes les peces de forma adequada, professionalment i de bona fe, contrastant sempre la bondat de la informació que s'està tractant i que s'està utilitzant per començar a construir un pla estratègic. En aquests moments s'estan posant els fonaments del futur de l'organització i s'ha de tenir la màxima certesa que aquests fonaments són suficientment sòlids per evitar sorpreses i problemes a curt, mitjà o llarg termini.

La definició de les oportunitats i amenaces portarà a l'especificació d'uns objectius de futur que com sempre s'ha dit han de ser realistes sense quedar curt en la previsió i pecar d'optimisme que només portarà que frustració. Aquests objectius seran utilitzats per escriure una estratègia que permeti a l'organització assolir els objectius anteriorment definits.

Davant d'aquesta situació, la pregunta més recurrent genera inseguretat i incerteses; com és possible tenir una certesa que tot aquest anàlisi ha estat pensat i parit de manera adequada. Aquesta és una pregunta molt difícil, però que serà més senzilla d'entendre si s'observa a priori que les peces que s'han anat ajuntant tenen totes una motivació per ocupar la seva posició en el puzzle, si es pensa que com a conseqüència d'observar que les peces encaixen la imatge que se'n obté el coherent majoritàriament i que el desenvolupament del pla té una coherència interna i que no es tracta d'un salt al buit.

Avui en dia pot considerar-se fàcil tenir informació sobre la realitat que envolta l'autoritat portuària com a exemple d'organització, doncs, la situació tecnològica permet gestionar una gran quantitat d'informació. El problema és gestionar la quantitat adequada d'informació i que aquesta sigui la més rellevant i la que té més afectació en el nostre entorn i en la nostra organització. Aquest és també un dels punts claus en l'inici de qualsevol pla estratègic. Antigament tota informació era benvinguda donada la necessitat imperiosa de gestió de dita informació, però amb les circumstàncies actuals cal tenir molta cura i utilitzar la informació adequada en el moment adequat i pels propòsits adequats. No sempre és fàcil ni evident.

Tal com s'ha vist en les figures 1.4 i 1.5, alguns autors consideren l'anàlisi de la realitat tenint en compte la realitat externa i la realitat interna i d'altres consideren l'entorn portuari de forma

més global considerant una situació on es barreja entorn intern i extern, però afegint un estudi psicològic del port com una entitat viva.

Començant per un anàlisi de la situació externa (Sainz de Vicuña, 2003), s'han de tenir en compte sis aspectes fonamentals:

1. Anàlisi de l'entorn tenint en compte aquells factors que es troben fora de l'organització i es considera que en major o menor mesura escapen al control de la mateixa:

- Política i legislació: En matèria fiscal, de medi ambient, de seguretat donades les particularitats d'un port i d'una autoritat portuària. Donada la vinculació amb les institucions de l'estat és possible que un autoritat portuària tingui la possibilitat de tenir certa influència en aquests aspectes molt importants en el desenvolupament de la seva tasca diària, però cal estar amatents a la visió que l'opinió pública té sobre el sector portuari si influeix per evitar polítiques fiscals o de medi ambient en un entorn sensible.
- Economia: Evolució de PIB, evolució de la inversió, evolució de la inflació, en definitiva, evolució de la situació macroeconòmica de l'entorn del port. En aquest sentit cal dir que el port té diversos entorns geogràfics a considerar en un món globalitzat: un entorn local, un entorn regional, un entorn estatal, un entorn europeu i un entorn mundial. Cal ser molt curós i fer un anàlisi considerant les diverses escales geogràfiques.
- Societat: La societat està vivint una situació molt canviant a la qual les organitzacions no hi són alienes. S'ha de tenir un comprensió el màxim de fidel possible dels canvis que es produeixen en la societat, en els ciutadans, en les altres empreses i organitzacions, en les activitats socio-culturals, nous hàbits, noves tendències, noves situacions demogràfiques que són susceptibles d'afectar l'entorn de l'autoritat portuària i dels seus actors principals acompanyants.
- Tecnologia: Nous productes, noves tecnologies, substitució de productes i tecnologies, obsolescència de productes i tecnologies. Una visió real global tecnològica per evitar ser víctima de una sobreexposició tecnològica que porti a una gestió impossible de la informació evitant problemes de procrastinació.

2. Anàlisi del sector tenint en compte el grau de competitivitat de dit sector en el qual està instal·lat l'organització o autoritat portuària que s'està analitzant, considerant el següents aspectes com a bàsics:

- Poder de negociació dels clients.
- Poder de negociació dels proveïdors.
- Posicions entre competidors.
- Amenaça d'alternatives al producte o servei que gestiona la nostra organització.
- Alternatives substitutives o noves possibilitats.
- Dificultats d'entrada en el sector.
- Dificultats de sortida en el sector.

S'ha de conèixer la realitat actual i futura d'aquests aspectes. Cal tenir assolir la possibilitat de tenir una informació amb una alimentació constant de dades sobre els aspectes presentats anteriorment. Cal actuar de manera constant i sostinguda en el temps per convertir en normal la gestió d'aquesta informació.

3. Anàlisi del mercat tant des d'un punt de vista qualitatiu com quantitatiu. Cal tenir present l'evolució històrica utilitzant, per exemple, estudis d'anàlisi de previsió de sèries temporals com es farà en aquesta tesi doctoral, cal tenir una idea de les tendències del mercat i dels competidors més directes encara que alguns puguin considerar que una autoritat portuària es mou dins d'un sistema quasi monopolista o bé oligopolista.

- Importància del tamany i de l'evolució del mercat.
- Creixement i estacionalitat (aquest darrer concepte bàsic en estudis analítics mitjançant sèries temporals).
- Cicle de vida dels productes i serveis que gestiona l'organització. Situació d'aquests productes i serveis en aquest cicle de vida.
- Competència. Fortalesa i tamany dels competidors de forma individual i en comparació amb l'organització analitzada.

- Atractiu del mercat des d'un punt de vista de creixement, de possibilitats d'entrada, de nombre i poder dels competidors que ja hi ha i de les economies d'escala.
 - Possibilitat de productes o serveis substitutius que puguin generar en el client el mateix o major grau de satisfacció.
 - Possibles noves entrades en el mercat o en la realitat de l'organització que generin nous productes o serveis.
 - Canvi tecnològic.
 - Costos amb especial èmfasi en la seva estructura.
 - Situació dels preus i dels marges del sector.
 - Clientela potencial i la seva dimensió envers diversos factors com pot ser el volum econòmic que poden generar amb els seus conseqüents beneficis a curt, mitjà o llarg termini i també en funció de la inversió d'entrada.
4. Anàlisi de clients tant de forma individual com per grups segmentats en base a diferents característiques pròpies de cada client i de cada sector:
- Importància del productes i serveis que l'organització produeix o subministra.
 - Dificultats pels clients per canviar de proveïdor.
 - Evolució dels clients amb una especial atenció als seus canvis.
 - Posició dels clients respecte a diferents factors de compra del producte o d'utilització de servei.
 - Anàlisi del procés de compra o d'utilització d'una organització a d'una altre en funció de molts factors que han de ésser convenientment analitzats.
5. Anàlisi dels competidors, de la seva posició, de la seva situació geogràfica, del seu volum, dels seus segments de mercat, tenint en compte les següents consideracions:

- Identificació dels competidors amb un exhaustiu anàlisi particularitzat de cadascun d'ells.
 - Agrupació de competidors en grups estratègics ne funció de les seves característiques semblants o comunes.
 - Evolució històrica dels indicadors comparatius, en el cas d'una autoritat portuària, s'utilitza el tràfic que gestiona el port i s'utilitzarà en capítols posteriors per fer aquesta comparativa.
 - Serveis, productes i segments a on es dirigeix la competència, cercles comuns a considerar com a àrees de lluita.
 - Anàlisi dels punts forts i dels punts febles de l'organització.
 - Situació de l'organització en referència a factors que poden ésser considerats com a claus per l'èxit de l'organització: qualitat del servei, preu, terminis, ...
 - Posició de l'organització en la cadena de valor, en el cas dels ports i de les autoritats portuàries aquest fet pot ésser la clau del futur de l'organització tenint en compte que els clients cada vegada valoren més el valor que afegeix al seu producte o servei els col·laboradors logístics.
6. Anàlisi de proveïdors tant des d'un punt de vista de posició de l'organització envers els esmentats proveïdors com viceversa. Diferenciació entre proveïdors cal·lus i proveïdors substituïbles.
- Evolució històrica de la relació amb els proveïdors tant des d'un punt de vista qualitatiu com des d'un punt de vista quantitatiu.
 - Descripció en diferents aspectes de forma personalitzada dels diferents proveïdors, especialment en base a la seva classificació estratègica per l'organització i dins del mercat.
 - Compromisos dels diferents proveïdors amb les diferents organitzacions competidores tenint en compte diversos paràmetres com poden ser la seva importància estratègica, la seva situació geogràfica, al seva dependència de d'altres organitzacions competidores.

- Capacitat dels proveïdors de cobrir les necessitats de l'organització tant en qualitat com en quantitat, així com considerant els terminis d'entrega o de realització dels productes o serveis.
- Substitució de proveïdors en funció de productes i serveis substitutius o alternatius tenint en compte les possibilitats de portar a terme aquest canvi en funció de paràmetres estratègics i econòmics.

Cal continuar per l'anàlisi de la situació interna de l'organització fent una recerca exhaustiva de les potencialitats i de les debilitats pròpies de l'organització. És necessari fer una estricta avaluació interna per ajudar a discernir quines decisions estratègiques són les més intel·ligents d'implementar cercant la màxima eficiència en l'esmentada implementació.

Per portar a terme aquest anàlisi cal considerar els següents punts que es poden considerar diversificats per que ajudaran a ampliar la visió interna de l'organització:

1. Avaluació de les estratègies portades a terme per l'organització en els darrers anys com a estudi previ per definir un pla estratègic de futur útil i viable. Cal considerar preguntes de l'estil següent:
 - S'ha de considerar si l'organització ha liderat un projecte vàlid i si la missió i la visió varem ser correctament definides.
 - S'ha de considerar si s'ha produït una evolució en el projecte passat tenint en compte la necessita d'adaptació a l'entorn i als seus canvis.
 - S'ha de considerar si s'han assolit els objectius plantejats inicialment i si s'han implementat les estratègies i les accions especificades en un principi amb una adaptació a la situació canviant de la realitat.
 - S'ha de considerar quines directrius s'han considerat com a essencials en el passat i quina vigència tenen o han tingut aquestes directrius.
2. Definició de les tasques que fa l'organització, de quines són les seves unitats de negoci, quines són les aportacions de valor de les diferents accions, doncs, en l'actualitat cal minimitzar aquelles accions que no aporten valor als objectius de l'organització. Cal tenir en compte des d'un punt de vista intern de l'organització de la posició de clients i

de proveïdors, de la seva interacció amb ells i de la relació de l'organització amb les tecnologies i amb el desenvolupament de les mateixes.

3. Tenint en compte la filosofia de qualitat actual considerant l'organització com un conjunt de processos on l'aportació de valor per part de tots i de tothom és bàsica pel bon funcionament de la mateixa i per l'assoliment dels objectius plantejats a curt, mitjà i llarg termini, cal analitzar els processos, les àrees implicades en aquests processos i la transversalitat de les mateixes, considerant que tot el que porta a terme l'organització es buscant la satisfacció dels clients potenciant canvis i interiorització de noves situacions i etapes de la companyia. Cal utilitzar aquestes idees per cercar un augment de l'eficiència de l'organització i de la seva posició competitiva. Cada vegada més és essencial fer aquest anàlisi tenint en compte l'aportació de l'organització a la societat que l'envolta o que és susceptible d'ésser influïda per l'organització, en aquest cas l'autoritat portuària i el port en una visió més global.

L'avantatge competitiu d'una organització cal que estigui present en moltes de les accions que dita organització desenvolupa de forma diària, setmanal, mensual, etc. Tenint en compte els següents factors competitiu:

1. S'ha de tenir definida l'estructura organitzativa de la institució de manera adequada per poder atendre convenientment el negoci o la funció principal de la mateixa.
2. S'ha de tenir controlada i interrelacionada la estratègia comercial i de màrqueting amb els mitjans que té l'organització per produir els productes o desenvolupar els serveis que ofereix.
3. S'ha de tenir una estructura de costos en paral·lel amb les millors del sector tenint convenientment identificades les àrees crítiques.
4. S'ha de tenir una fotografia clara de l'evolució de les vendes del productes o de la facturació dels serveis, així com un control del marges en els que s'està movent la companyia.
5. S'ha de ser coherent en la definició dels actius de l'organització i la seva idoneïtat per poder desenvolupar les funcions establertes.
6. S'ha de desenvolupar una política de recursos humans on es potenciï la formació, la implicació i l'actitud del personal, tenint en compte la necessitat de portar a terme

avaluacions de recursos humans que permetin veure els punts forts i febles de l'àrea així com la necessitat de formació i desenvolupament professional del personal.

7. S'ha d'analitzar la política financera però donada l'experiència de les darreres dècades tenint en compte que ha de ser un anàlisi més, no l'anàlisi fonamental en el que basar totes les decisions de la direcció.
8. S'ha de definir sistemes de gestió contrastats en funció de la seva eficàcia, de les necessitats de l'organització i de l'abast de la mateixa.

Per arribar a un diagnòstic de la realitat que ha de fer front una organització cal considerar dues tipologies d'eines:

1. Anàlisi que permeti de forma senzilla tenir un desenvolupament de les fortaleeses i debilitats de l'organització. La eina més utilitzada en aquests casos és l'anàlisi DAFO. Veure figura 1.8.
2. Matriu de posició competitiva on en funció de variables es podrà expressar gràficament la posició en el mercat d'una organització.

DAFO	
DEBILITATS - - -	AMENACES - - -
FORTALESES - - -	OPORTUNITATS - - -

Figura 1. 8. Anàlisi DAFO (Anna Porta, 2012).

Hi ha altres autors que fan un plantejament de la part d'anàlisi amb certes diferències, però que de forma normal ha de permetre arribar a conclusions semblants (Enríquez, 2000). L'anàlisi tradicional de l'entorn en el que viu i es desenvolupa una organització en general i un port en particular pot ser abordat des de dos punts de vista diferents.

Per un costat, des d'un punt de vista analític de l'entorn que es planteja tenint en compte les següents idees:

1. Identificació de l'àmbit territorial, on es pot definir la idea de territorialitat des de diversos punts de vista: ja sigui mitjançant amb plantejaments de caràcter local, ja sigui tenint en compte l'àmbit territorial i/o estatal, de forma més general l'àmbit europeu i, fins i tot, agafant una visió global del món donada la particular tasca que desenvolupen els ports en l'àmbit mundial.
2. Identificació dels actors principals i de les seves respectives influències i el màxim de possible escenaris imaginats.
3. Anàlisi de la demanda de l'autoritat portuària i de tots els actors implicats en l'execució de serveis definits com a objectiu d'aquell port.

Especificant més per l'àmbit portuari, l'àmbit territorial s'ha emmarcat dins dels conceptes de vorland, hinterland i umland, podent constituir a vegades una cadena solidària com en el trànsit intermodal o representar, per a determinats ports o tràfics, papers individuals més o menys importants. S'està observant una clara tendència a construir cadenes cada vegada més solidàries i més àmplies que donin als clients finals un nivell de servei més elevat buscant un nivell d'exigència interna molt més potent amb una millor valoració de la satisfacció de la clientela.

Els actors principals, depenent de l'àmbit territorial en que pretenguin ésser identificats, poden ser grans línies, operadors de tràfic intermodal amb o sense flota, expedidors, fletadors, transitaris, o bé institucions o organismes nacionals, regionals o locals. Com es pot observar, en funció de la definició de l'àmbit territorial els actors i el seu rol canvien. Per tant, s'ha de definir el camp de joc, les regles i els jugadors i s'ha d'actuar en conseqüència.

Per últim, la demanda es concentra en l'àmbit de les possibilitats mitjançant profunds canvis tecnològics i en l'àmbit de la reestructuració interna mitjançant processos d'adaptació més qualitatius que quantitatius, on el terme servei adquireix un sentit que va més enllà del pur aspecte tècnic que ha dominat un temps la sistemàtica de treball del port i de l'autoritat

portuària, doncs abans, encara es treballava amb plantejaments propis del monopoli i de les situacions oligopolístiques.

Des del segon punt de vista, l'anàlisi ha d'ésser engegat segons les categories de l'entorn, que en principi poden ser les següents:

1. L'entorn de les activitats directes, que inclou els clients, els proveïdors, les empreses directament relacionades amb el port i la competència.
2. L'entorn institucional, constituït per les administracions locals, regionals, nacionals, europees i mundials. Ja s'ha fet esment en diverses ocasions de la necessitat de considerar tots els escenaris possibles en el desenvolupament territorial d'una organització, aquest fet és especialment rellevant si es tracta d'un port o d'una autoritat portuària.
3. L'entorn físic, tant des d'un punt de vista de terreny sobre el que es desenvolupen les seves activitats com des del punt de vista que es centra fonamentalment en la façana marítima que ocupa les seves instal·lacions i en la interacció entre els dos medis. Un port ha de tenir com a prioritari l'entorn físic on desenvolupa la seva activitat i les conseqüències que se'n poden derivar d'una mala praxis.

En relació amb el primer entorn, en el que es centra un dels aspectes fonamentals del pla estratègic, s'ha de dir que presenta una llum difusa amb un important punt de confusió, on el més difícil i important per l'autoritat portuària i pel port no és identificar quins són els seus productes / serveis que es venen, a quins clients es ven, a quins competidors s'ha de fer front si no quins haurien d'ésser uns o altres. Cal conjuminar la definició de l'entorn de les activitats de l'organització i els destinataris a qui aquestes activitats es dirigeixen buscant una coherència en els primers desenvolupaments del pla estratègic.

En l'entorn institucional el port es troba entre dues idees: per una banda, la definició de servei públic i per altra banda, una exigència d'eficàcia empresarial al que unit a la seva tendència natural a les inversions a llarg termini, complica encara més el panorama de les opcions estratègiques. Així mateix hi ha hagut per defecte històric una excessiva apreciació del caràcter públic del port, podent conduir a efectes no desitjats tals com:

1. L'autoritat nacional, utilitzant la seva capacitat tècnica i econòmica, pot multiplicar les inversions en ports creant un excés d'oferta al mateix temps que pot estimular la

competència entre diferents ports d'un mateix país, al mateix temps que es pugi produir un problema amb les regulacions tarifàries.

2. L'autoritat regional o local, utilitzant instruments econòmics i polítics pot pretendre intervenir en el desenvolupament del port moltes vegades a costa de si mateix.
3. Finalment, les regulacions gestionades per les autoritats europees poden premiar uns països en funció de les negociacions al més al nivell perjudicant-ne d'altres i evitant el seu desenvolupament i creixement tant necessari per l'entorn local que tenen.

Finalment, l'entorn físic es caracteritza per un problema mediambiental i dins d'aquest problema, la relació de mutu respecte que s'ha de desenvolupar entre els ports i les autoritats portuàries i les ciutats i/o nuclis urbans que els acullen. Ambdues entitats necessiten més terrenys, més comunicacions, més activitats, més possibilitats. La ciutat i el port s'empenyen mútuament portant a terme obres i desenvolupant infraestructures no sempre d'una clara utilitat però sí de pressupost molt elevat i d'horitzó temporal molt allunyat en el temps.

Les diferències més importants que s'aprecien entre l'entorn històric portuari i l'actual es destaquen tres punts principals: clients, competència i medi ambient.

Els clients antigament havien de patir una situació portuària que implicava un tractament en forma de monopoli i fins fa poc temps en forma d'oligopoli que generava molts problemes i moltes frustracions per la clientela. S'ha parlat abans de l'antic concepte de supervivència d'un port basada en el tràfic captiu, en uns clients captius que no tenien cap més opció que utilitzar les estructures portuàries sense cap capacitat de negociació ni cap possibilitat de fer valdrà el poder d'un client. Ara aquest plantejament ja no és correcte des d'un punt de vista de planejament estratègic, això no significa que s'hagi de menysprear cap tipus de tràfic, sempre que formi part dels objectius de l'organització i sigui beneficiós des d'un punt de vista operatiu i econòmic, tenint present que sempre s'ha de donar el servei adequat. Es pot considerar el client de tota la vida que pot tenir qualsevol empresa, però s'ha de transmetre al client que les situacions van canviant de forma gradual i que aquests canvis s'inscriuen en un marc de millora dels serveis que ofereix el port i l'autoritat portuària. Com a exemple de l'àmbit portuari cal esmentar que dins d'aquest plantejament s'inscriuen els tràfics de granel íntimament relacionats amb les indústries, properes al port, que els processen; només cal recordar els problemes succeïts a Barcelona en la descàrrega de fava de soja durant la dècada dels anys noranta.

Actualment, en els ports tradicionalment coneguts per la seva clara vocació comercial, en el que dominen els mitjans de transport unificats i especialment el contenidor, es poden citar dos conceptes, no oposats si no complementaris: un concepte geogràfic amb la seva càrrega estàtica derivada de la seva localització, i un concepte estratègic derivat d'un procés dinàmic profundament impregnat per les modernes tècniques de gestió i caracteritzat per una forta component tecnològica.

La superposició eficaç d'ambdues situacions fa que l'autoritat portuària i el port deixin d'ésser el punt de ruptura del cicle del transport per passar a convertir-se en el nucli estratègic de trobada de dos modes de transport, convertint aquesta ruptura del pas de la mercaderia en un autèntic procés de logística.

Davant d'aquesta nova situació, la identificació del client i les seves demandes, no només aquelles que es poden considerar manifestes si no també aquelles que són resultants d'una oferta de nous productes, és crucial. Cal considerar les necessitats del client i les seves expectatives i contemplar la possibilitats de superar-les com a sistemàtica de fidelització dels clients, tant dels més exigents com dels de plantejament més modest, cadascun en el seu àmbit s'han de saber acollir per part de l'organització. La satisfacció del client es presenta com clau i la superació de les seves expectatives com una garantia de conservació d'aquesta relació beneficiosa per ambdues parts.

En primer lloc, en el cas dels ports i de les autoritats portuàries existeix un client evident i conegut que és el mode marítim de transport, caracteritzat pel vaixell. En aquest client es donen determinades tendències, algunes de les quals es manifesten per:

1. Els canvis en les fonts de subministres i en les rutes de navegació, que signifiquen per a les flotes canvis qualitatius de més importància que els quantitativs deguts a l'augment del comerç internacional, tant des del punt de vista europeu com mundial. En el cas del Mediterrani s'han de contemplar les possibilitats que sorgeixen a Europa però també les possibilitats que pot proporcionar el Nord d'Àfrica
2. El desenvolupament del concepte estratègic de transbordament, amb extensió tant al tràfic de càrrega general com als grànels. Tenint una especial atenció a la intermodalitat amb altres mitjans de transport. Com a exemple, es pot especificar els transbordaments que es realitzen a ports del centre i Nord d'Europa des de vaixells a barques per aprofitar les possibilitats que donen els canals navegables.

3. La disminució del nombre de vaixells de càrrega tradicionals amb el seu augment de tamany. Renovació de la flota per aprofitar més els desplaçaments utilitzant mitjans més grans amb més moviment de productes sigui en la presentació que sigui i fent més escales si és necessari. S'ha d'evitar desplaçaments inútils o de poc rendiment.
4. L'augment de la flota dedicada al transport unificat amb augment de tamany i de la seva especialització. Només cal contemplar en el caso portuari l'aplicació d'aquesta frase al transport mitjançant contenidors.
5. Menys ports d'arribada per viatge amb augments de recalada en port per transportista.
6. Més serveis del tipus acotat amb vaixells ad hoc que representen una gran oportunitat per a ports petits i mitjans.
7. Augment d'arribades directes en primitius ports feeder que poden arribar a constituir ports de capçalera.

Dels aspectes mencionats anteriorment, es contempla un clar augment de l'especialització i de la utilització de la intermodalitat com un fet cabdal que pot generar oportunitat de negoci a diferents actors implicats i que pot optimitzar la utilització del transport marítim con un element essencial en la cadena logística.

S'ha parlat molt d'organitzacions, s'ha començat a implementar el que s'explica per organitzacions de manera general a organitzacions que es dediquen a gestionar i donar serveis. S'ha passat a parlar de forma més directe sobre autoritats portuàries i ports, per, finalment, expressar que els ports i les autoritats portuàries tenen una presència bàsica i fonamental en l'àmbit de la cadena logística.

Respecte a l'altre mode de transport, el terrestre, és evident que la modificació substancial de les seves infraestructures i el seus serveis (autopistes, ferrocarril, possible alta velocitat per a mercaderies) origina canvis substancials en la perspectiva portuària vista des del hinterland, però cal que les institucions i les empreses implicades tinguin clara la necessitat de portar a terme inversions per permetre el desenvolupament de les organitzacions portuàries i dels ports; com a exemple, és complicat d'entendre la problemàtica que tenen alguns ports per poder connectar les seves instal·lacions amb el món exterior ja sigui mitjançant carreteres adequades o bé línies de ferrocarril adients. A la seva vegada l'òptica des del punt de vista de la perspectiva portuari és cada cop més relativista, amb una carència de punts de referència i encara més de

fronteres més o menys delimitades i en el que regnen també els fenòmens gravitatoris o en el cas europeu pendular.

Respecte del client portuari més significatiu, la mercaderia en les seves diferents formes: contenidors, granel, material fèrric, material químic, semielaborats, etc., es necessari formular-se una sèrie de preguntes que es poden considerar essencials, com poden ser:

- a. Qui ven a qui i què?
- b. A través de quins circuits?
- c. Qui controla la càrrega?
- d. El tràfic de la mercaderia pel port està clarament delimitat i identificat dins del cicle de transport total?
- e. Està correctament avaluada la seva importància i per qui?
- f. Quins són els que demanen qualitat en els serveis portuaris a la mercaderia i com i de quina manera la valoren?

Aquestes i moltes altres preguntes més són preguntes que el port, l'autoritat portuària i els diferents actors implicats han de respondre per arribar a un coneixement adequat dels factors d'entorn, de realitat, de possibilitats, de personal, tècnics, etc., que serveixen per conèixer al seu principal i en definitiva darrer client que com s'ha dit és la mercaderia, doncs si el tracte a la mercaderia és l'adequat serà tremendament fàcil assolir un elevat grau de satisfacció per part del emissors inicials de mercaderia així com els receptors finals de la mateixa.

Cal tenir present sempre que els ports no estan al servei del vaixell, ni del camió, ni del ferrocarril, són al servei de la mercaderia.

L'altre col·lectiu amb característiques i interessos a conèixer pel port està constituït per la comunitat portuària: que es pot definir com el conjunt de persones físiques i jurídiques amb una activitat relacionada directament o, cada cop més, indirectament amb el port.

Tenint en compte aquest col·lectiu molt ampli, amb molt de know-how sobre la seva part del negoci, amb un nivell de tecnificació cada vegada més elevat i en molts casos amb un alt grau

de coneixement de les necessitats del receptors i emissors finals, el port s'ha de plantejar nombroses preguntes:

- a. Quins són els agents de tràfic de la mercaderia per port?
- b. Quins són els mitjans tècnics, organitzatius i administratius?
- c. Com reaccionen o poden reaccionar als canvis tècnics i estratègics del transport?
- d. Quina classe de relació i de col·laboració els uneix o els ha d'unir a l'autoritat portuària?

En aquest àmbit el port expressat de forma global pot jugar un paper de coordinació i control, una de les tasques més importants d'una autoritat portuària amb mentalitat de landlord.

La investigació analítica i sofisticada de les potencialitats, limitacions i necessitats d'aquest complicadíssim trio: modes i mitjans de transport, mercaderies i comunitat portuària en tota la seva magnitud, condueix definitivament al port al coneixement empresarial de la seva realitat, del seu client i de les seves necessitats i expectatives, a una comprensió clara dels mecanismes i motivacions que es troben darrera de les seves activitats i en conseqüència a una pressa de consciència de quina pot ésser l'estratègia present i les possibilitats d'evolució de la mateixa de cara al futur.

La investigació de les potencialitats, limitacions i necessitats de la realitat portuària en particular i d'una organització en general provoca un millor coneixement d'un mateix des d'un punt de vista d'aspectes a potenciar i d'aspectes a millorar. D'elements que es poden utilitzar com a màrqueting competitiu i d'elements que es poden utilitzar com a elements de millora mitjançant les eines de qualitat adequades.

Deixant enrere el client, s'ha de treballar la competència, i quan es parla de competència es pot parlar també de competitivitat de forma indistinta, es pot parlar designant als jugadors que competeixen contra un port determinat o contra una autoritat portuària determinada, com a les possibilitats i oportunitats de les que disposa un port i una autoritat portuària per sobreviure, per millorar, per arribar a punts d'excel·lència que cap implicat podia pensar, tenint en compte les accions que s'han d'emprendre per superar aquests seus oponents en la seva empremta per desenvolupar-se.

La competitivitat es pot considerar en l'àmbit portuari que està basada en tres elements:

1. El grau d'atractiu del sector en que actua el port en general i l'autoritat portuària en particular mesurat pels ratis entre la composició i el volum respectius de l'oferta i la demanda. No cal especificar que les dades vinculades al tràfic poden ser essencial en aquest aspecte i el seu tractament matemàtic fonamental per obtenir bona informació per a la presa de decisions posterior.
2. L'eficàcia del port en l'assoliment de les seves metes i objectius de forma absoluta o parcial tenint en compte de forma temporal com s'ha desenvolupat aquest assoliment (subjacent en aquest punt i el següent hi ha les diferents definicions d'eficàcia i eficiència).
3. L'eficiència del port emprant els seus recursos, com a complement al punt anterior La bona praxi i la bona administració regulació dels recursos és essencial per a la seva utilització eficient.

Per altra banda, es troben les següents característiques fonamentals de la competitivitat:

1. La competitivitat no és estàtica ja que l'entorn en que pretén ésser desenvolupada es troba en moviment permanent. L'entorn i la realitat són elements canviants, per tant, el procés d'adaptació a aquest entorn i aquesta realitat canviants ha de ser àgil i ràpid per continuar treballant en nivells de competitivitat que siguin objectiu de l'organització
2. La competitivitat no és resultat de la casualitat, si no deguda a causes identificables i mesurables, assolida a base d'esforç, treball i de decisió.
3. La competitivitat no és passiva si no activa, es a dir, fruit de la intencionalitat.
4. La competitivitat no ve cal buscar-la.

Aquestes idees força tenen l'obligació de constituir una de les metes estratègiques d'una organització del tipus que sigui i ésser inclosa com a tal en el seu planejament estratègic i, òbviament, en el desenvolupament del mateix.

Els problemes de la competitivitat han d'ésser analitzats en diversos fronts i des de diversos punts de vista:

1. Tenint en compte el mercat al que van destinats els serveis, en aquest cas del port i de l'autoritat portuària.
2. Tenint en compte la demanda i la seva evolució.
3. Tenint en compte l'oferta dels competidors actuals, la seva evolució i la possible aparició de nous competidors.

En aquests camps l'organització ha de procedir a realitzar una sèrie de reflexions que portin a discernir:

1. Quines són les seves competències essencials, és a dir, aquells sectors en que es manifesta superior als seus competidors.
2. Quins són els productes/serveis essencials que doten l'organització d'aquests avantatges.
3. Quins han de ser els productes/serveis finals que l'ajudaran a incrementar la seva competència.

Com a conseqüència s'ha de tendir a establir unes metes i objectius que:

1. Ajudin l'organització a conservar les seves competències i millorar-les de forma continuada, el camí més segur per assegurar la seva competitivitat.
2. Permetin a l'organització explotar les seves competències de forma que els seus clients percebin els seus avantatges diferencials que aquestes competències li procurin. Cal manifestar públicament allà on l'organització marca la diferència i fer-ne un màrqueting específic.
3. Impedeixin l'organització de perdre les seves competències ja que significaria el tancament a oportunitats futures. Per aquest motiu és essencial no només garantir-se una competències on destacar si no anar-les millorant de manera progressiva i anat generant noves expectatives en el mercat que provoqui la fidelització del clients actuals i desperti la possibilitat de nous clients.

En un port són nombrosos els factors que entren en joc a l'hora d'establir la situació de la competència entre ports, aquesta competència es veu marcada favorablement per un seguit d'avantatges:

1. Avantatges geogràfics de situació genèrica davant del vorland i del hinterland. Situació geogràfica.
2. Avantatges del seu umland, en forma de bons accessos marítims i terrestres, mirall d'aigua i àrea terrestre abundant. Entorn físic.
3. Avantatges de la seva naturalesa i qualitat dels serveis, dotats d'un equip modern i d'una manipulació de qualitat. Serveis subministrats per port.
4. Avantatges en la seva política tarifaria, no només en la seva consideració individual, si no també pel fet de comptar amb paquets especials que englobin els costos terrestres. Política de preus.

El que sí està clar és que la lluita contra la competència no es guanya mitjançant la tàctica d'una política de preus que rebenti les tarifes per "comprar" trànsit, doncs ni tant sols un port que oferís gratuïtament els seus serveis tindria èxit si aquests fossin deficientes o el propi port estigués mal situat de cara al mercat.

La carrera per la competència en l'àmbit portuari es guanya oferint:

1. Infraestructures adequades.
2. Comunicacions marítimes i terrestres fluides.
3. Bons enllaços terrestres.
4. Àrees per activitats de distribució.
5. Alta qualitat de servei, on destaca un temps de trànsit baix, tant pels modes de transport com per a la mercaderia.

S'ha de tenir en compte que s'ha acabat l'època de basar la prosperitat portuària exclusivament en una política de preus agressiva o en la simple oferta d'unes infraestructures per molt tecnològicament avançades que siguin, a menys que es tracti d'eliminar congestió marítima o

terrestre o augmentar la qualitat del servei. Cal donar servei de qualitat amb respecte amb el medi ambient i l'entorn amb una política de preus justa on el client es trobi còmode i satisfet, doncs com a mínim, s'han assolit les seves expectatives.

Els ports han de pensar en metes i objectius de més alt contingut econòmic, tals com l'assistència a l'exportació, promocions d'oci turístic i esportiu, serveis d'informació i telecomunicació, atracció del trànsit car que cerqui qualitat com a contraprestació d'un major valor afegit. Probablement el secret de l'èxit competitiu portuari en els camps tècnic i financer no resideixi solament en el permanent augment del tràfic. L'èxit en general de les autoritats portuàries i del ports resideix també en la qualitat dels seus serveis i en la recerca de l'excel·lència.

De totes maneres i tenint en compte tots els esforços individuals d'un port i d'una autoritat portuària, existeixen imponderables que marquen la seva petjada en la competència entre ports regionals.

Si es pensa en la cornisa cantàbrica, del Miño al Bidasoa, hi ha l'exemple dels ports porsents allà que poden competir en escenaris diversos i de forma diferent, com per exemple:

1. Si es tracta d'un vorland intercontinental (Amèrica – Europa), la competència pot establir-se entre els ports espanyols i els de les dues riberes del Canal de la Mànega.
2. Si el vorland és regional com l'europeu, la competència pot plantejar-se solament entre els ports espanyols i alguns portuguesos i francesos, de cara a la Unió Europea.
3. Per últim, si el vorland és només local, la competència es limita a determinats ports estatals i per a tràfics més selectius.

En l'arc mediterrani format per Espanya, França i Itàlia, la competència regional es podria veure influïda per la xarxa de transports terrestres si es produís la construcció d'un element com el corredor euromediterrani, mentre que la competència entre ports de l'Estat Espanyol ha de considerar en tota la seva importància la xarxa de carreteres paral·lela a la costa, però especialment, la penetració per carretera i ferrocarril cap a l'interior peninsular.

Parlant genèricament, l'estratègia de les línies de navegació i dels transports terrestres, poden donar com a resultat la introducció de paràmetres rellevants per a la competència entre diferents

ports. En aquest cas, la complementarietat de modes de transport és bàsic per desenvolupar la competitivitat d'un element logístic de primera magnitud com és un port.

Poden tendir a crear un port central de distribució, on es generin i conflueixin la major part de les mercaderies, el que representarà un èxit si no es produeixen des economies de congestió o fluxes terrestres no optimitzats..

Però també poden tendir a diversificar els tràfics especialitzats, en funció d'una visió global de la cadena de transport i tenint en compte les diferències competitives dels ports implicats.

Tenint presents aquests efectes, seria interessant plantejar-se un joc implicant les competències actuals dels diversos ports de la cornisa abans mencionada i les que es podrien desenvolupar davant de l'aparició d'una autopista que englobés tota la cornisa i que impliqués diversos enllaços amb l'interior. Qui, com i en quins tràfics sortiria vencedor en la lluita per la competència?

Finalment el tercer aspecte a desenvolupar dins la definició del procés d'anàlisi de l'entorn és el desenvolupament portuari i de la seva relació amb el medi ambient. Fet que seria ampliable a moltes organitzacions, però que donades les particularitats del món portuari i marítim en aquesta part de la tesi es farà un esment especial d'aquest desenvolupament només a nivell de ports.

Els ports estan inevitablement localitzats en la franja marítime-terrestre, que a més han de modificar, tant si el seu desenvolupament té lloc cap a terra, mitjançant obres i excavacions, com si es porta a terme cap al mar, amb guany de terreny mitjançant operacions que omplin el terreny.

A més de les possibles modificacions de la situació del litoral, poden produir-se alteracions per acumulació de dipòsits en les seves dàrsenes (a vegades com a conseqüència de vessaments d'aigües residuals urbanes), per deteriorament de la qualitat de l'aigua i per contaminació de l'aire i de l'ambient amb pols, fums i sorolls. Aquests fets fan que la interacció amb el medi ambient de qualsevol instal·lació portuària sigui susceptible d'ésser inspeccionada de forma molt minuciosa per les autoritats competents i per l'opinió pública en general, i que qualsevol incident de seguretat personal o de relació amb el medi sigui publicitat de forma immediata a través dels mitjans de comunicació. Buscant en les hemeroteques físiques i digitals hi ha exemples molt il·lustratius d'aquestes situacions en alguns casos tràgiques i dramàtiques, que generen un problema en la imatge de les instal·lacions portuàries; una imatge que com en

d'altres casos un vegada trencada la confiança fa falta una tasca de molt de temps i de molta inversió per torna a reconstruir.

En aquest sentit, els ports apareixen davant de l'opinió pública com a presoners de determinats comportaments socioeconòmics que condueixen a la degradació del medi ambient. Com a conseqüència, s'ha de prendre consciència d'aquest problema i generar els esforços i les sinergies adequades per prevenir i/o reduir els impactes ambientals mitjançant la incorporació en la seva estratègia de determinades metes i objectius sobre la matèria. No només s'ha de considerar una meta i un objectiu si no que cal fer una tasca de conscienciació a tots els nivells de la situació en la societat de les autoritats portuàries i de les instal·lacions portuàries.

A continuació s'exposarà de manera breu un esquema genèric del seu plantejament, del que en el seu moment es poden derivar línies d'acció per a la seva incorporació al planejament estratègic.

Es pot considerar un model estratègic de desenvolupament portuari. Aleshores, és difícil en general assolir solucions lògiques basades, per un costat, en la consideració ponderada de les aptituds dels recursos pel seu ús, és a dir, l'oferta del mateixos i, per un altre costat, les necessitats d'utilització dels mateixos, és a dir, la demanda. S'han de equilibrar recursos i demanda.

Metodològicament parlant, es tracta d'abordar el problema mitjançant la formulació d'un model estratègic de desenvolupament portuari que consta tres submodels.

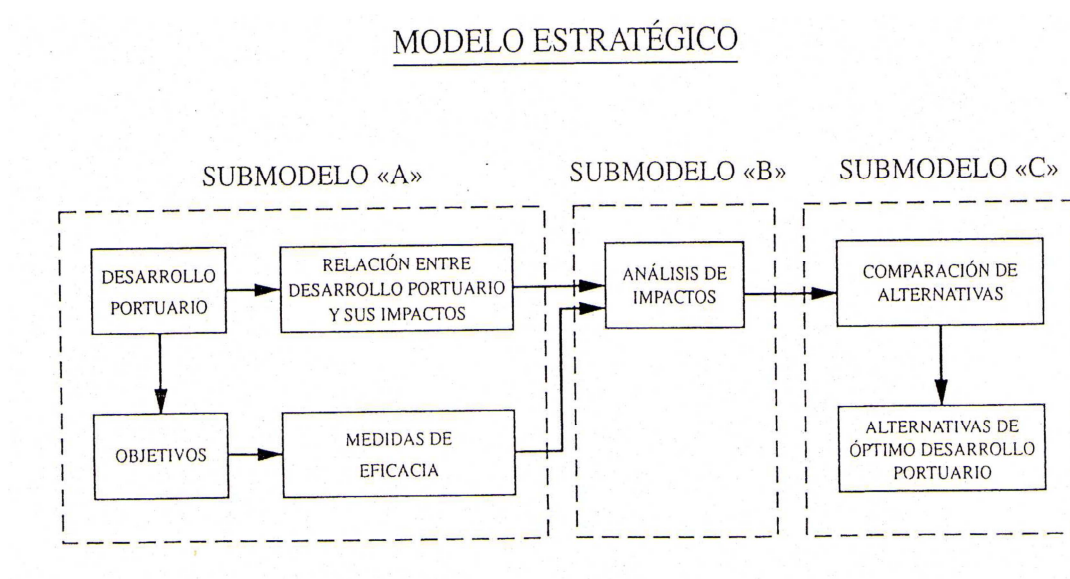


Figura 1.9. Submodels estratègics (Enríquez, 2000).

El submodel A tracta, en primer lloc, de la relació entre el desenvolupament portuari i els seus impactes.

Els impactes poden classificar-se en dues categories genèriques:

1. Impactes directes, deguts principalment a la construcció de les infraestructures portuàries i la seva permanència en el medi. Un cas particular el constitueixen l'explotació de pedreres per a les obres i la consideració del seu estat final.
2. Impactes indirectes, deguts principalment a les activitats portuàries.

Els impactes directes tenen una naturalesa individual i específica, sobre tot els de curt termini deguts a la construcció, que no pel fet d'ésser limitats en el temps deixen de tenir repercussió si la seva qualitat negativa és irreversible.

Els impactes més detectables són els que poden tenir lloc per activitats a llarg termini, doncs:

1. Són, generalment, més permanents.
2. Són més fàcils de delimitar que els de curt termini, que es produeixen en condicions inestables.
3. Són més simples d'exposar en tota la seva generalitat.

El pas següent és escollir les mesures d'eficàcia, tenint en compte els objectius a que tendeix el desenvolupament del port i de l'autoritat portuària i la seva relació amb els impactes previsibles deguts a l'assoliment dels esmentats objectius.

D'aquesta manera es presenta l'impacte econòmic com a únic impacte positiu doncs engloba a la majoria i es mostra com a dominant, circumstància que és més fàcil de detectar en els impactes negatius que en els positius. La gravetat dels negatius depèn de les circumstàncies locals i, per aquest motiu, s'han escollit els tres que es troben presents amb més o menys intensitat en el desenvolupament d'un port i de les seves diferents activitats, ja sigui de construcció o inversió o ja sigui de funcionament ordinari:

1. Disminució de l'àrea pesquera.

2. Deteriorament de la qualitat de l'aire i de l'aigua.
3. Deteriorament de l'entorn i del paisatge.

El submodel B considera cada una de les mesures d'eficàcia que s'han d'emprendre segons el submodel A i per cadascuna d'elles tracta d'especificar l'impacte del desenvolupament portuari mitjançant la construcció expressa d'unes taules entrada-sortida. S'utilitzen habitualment matrius tipus Leontief o matriu input-output (Leontief, 1986) en que els sectors econòmics implicats venen expressats en columnes i la seva interconnexió amb els factors ambientals s'expressa en files.

En última instància, el submodel C està basat en el concepte de la funció d'utilitat i de la relació de costos/beneficis tant indirectes com socials de cadascuna de les alternatives considerades per l'autoritat portuària i pel port per desenvolupar les seves relacions amb el medi ambient, minimitzant els problemes i les situacions no desitjades i optimitzant els recursos per obtenir una millor relació que, al mateix temps, significarà un clar benefici el la imatge pública dels ports i en la percepció per part de la ciutadania de la implicació en aquest assumpte que a dia d'avui ja no és discutible des d'un punt de vista d'aplicació.

Dins d'aquest marc de decisió juguen un gran paper els compromisos que accepti l'autoritat portuària i el port, doncs en realitat del que es tracta és d'arribar a una solució òptima de la combinació que es produeix entre el desenvolupament portuari i la preservació del medi ambient. En algunes ocasions aquests compromisos s'accepten per pròpia iniciativa, per imposició legal o per imposició ciutadana. A data d'avui la forquilla dicotòmica que es produeix entre prescindir del desenvolupament portuari o degradar irreversiblement algun factor ambiental quan aquest sigui dominant o es vegi molt afectat, ja no s'hauria de considerar i el seu descobriment en cas de produir-se significaria un dany de conseqüències incalculables pel port en general i per l'autoritat portuària en particular, amb l'afegit que aquest tipus de problemàtiques vinculades al medi ambient en alguns casos molt significatius han provocat que es poses en qüestió tot un sector.

En aquest sentit és interessant, partint inicialment del creixement econòmic, però no només del creixement econòmic, doncs aquest no ho justifica tot, veure la necessitat d'introduir i posteriorment desenvolupar dos conceptes que dins de qualsevol entorn s'han convertit ja en imprescindibles per a la bona praxi de qualsevol organització:

1. El desenvolupament sostenible.
2. El principi de precaució.

El principi de desenvolupament sostenible pretén gestionar els recursos medioambientals per assegurar tant el progrés humà sostenible com la seva supervivència, de manera que s'assoleixin les necessitats del present sense comprometre la capacitat de generacions futures per complir les de les generacions actuals. Es materialitza en el creixement sostenible, entenent com l'ús sostenible dels recursos. Un exemple negatiu es troba en diversos ports que troben virtualment impossible la remodelació de primitives prioritats portuàries degut a que utilitzacions del passat han contaminat el sòl del tal manera que la seva neteja és econòmicament inviable, val a dir, que aquest exemple no només es pot trobar en l'àmbit portuari si no que també és possible trobar una situació similar en algunes indústries químiques.

El principi de precaució o precautori, aprovat el desembre de l'any 2000 a Niza pel Consell d'Europa, parteix de la idea següent: desconecent actualment les necessitats de les generacions futures i dels mitjans que utilitzaran per satisfer-les, no es pot provar que no vagin a disposar dels mitjans actuals, pel que l'eventualitat negativa exigeix de les generacions presents la presa de precaucions.

Com a complement correctiu a aquests principis preventius, s'ha desenvolupat una pràctica de gestió ambiental definida pel terme mitigació i desenvolupada per planificadors i reguladors del medi ambient per intercanviar recursos com alternativa a la denegació de permisos governamentals. Té per objectiu evitar, minimitzar, rectificar, reduir i compensar per la pèrdua de recursos com a conseqüència d'un projecte.

S'ha de buscar un equilibri entre els projectes a desenvolupar i la seva afectació en el medi ambient de manera que aquesta balança sempre es decanti en benefici de les generacions futures, però també de les actuals, doncs processos de contaminació produïts avui en dia de forma molt avançada també han significat una clara perjudici per a la societat actual.

En l'aplicació d'aquests principis s'han de considerar de manera molt escrupolosa les següents passes:

1. S'introdueix com a pla parcial dins del planejament estratègic el que permet anticipar-se a les necessitats que la seva aplicació provocarà, el que constitueix de per si un guany de temps i a vegades aconsegueix evitar l'enfrontament amb la comunitat, una de les

maneres més ràpides per frenar la realització d'un projecte. Tots els projectes han de portar els seus estudis d'impacte ambiental que permetin garantir una correcta aplicació de dits projectes.

2. S'ha de realitzar a continuació l'avaluació dels possibles impactes (quantitat i tipologia) i de les mesures compensatòries, tenint present que una de les raons de l'existència d'un port i del seu desenvolupament és la de servir a la comunitat on s'assenta. Cal tenir present des d'un inici el concepte de bé comú com el bé que ha de presidir el desenvolupament de la gestió portuària.
3. Per últim, s'ha de crear un banc de la mitigació, una espècie de caixa de recursos destinats a la compensació pels recursos perduts amb el projecte, en cas que aquest fet es produeixi. Cal com s'ha comentat tenir implementats plans de contenció que permetin minimitzar les pèrdues i els problemes.

De tota manera, no s'ha de considerar com una última i definitiva manera de resoldre el problema d'impacte ambiental, doncs, els aspectes relacionats amb el medi ambient igual com els relacionats amb la qualitat i amb tant d'altres àrees sensible de les organització són susceptibles d'ésser sotmesos a processo de millora continua. A data d'avui, aquesta susceptibilitat ja no és una opció si no que es tracta d'una obligació que ja forma part de la responsabilitat social corporativa de les organitzacions.

Els projectes han de mantenir les seves pròpies perspectives i mèrits respecte dels temes relacionats amb el medi ambient. Han de donar-se totes les passes i prendre totes les mesures possibles per evitar o minimitzar els impactes. Només després que aquests impactes siguin inevitables en la seva adversitat entrarà en joc la mitigació com a instrument que intenti arranjar els problemes provocats.

1.2.8. La personalitat estratègica:

Alguns autors consideren la necessitat de definir la personalitat estratègica de l'organització com si aquest fos un ésser viu amb personalitat pròpia, hi ha autors com Enríquez Agós (2000) que han fet un desenvolupament de la personalitat estratègica portuària establint un principi de similitud amb la Psicologia Analítica de Jung també coneguda com a Psicologia dels Complexos o Psicologia Profunda proposada per Carl Gustav Jung l'any 1913 i desenvolupada al llarg dels anys posteriors.

Mitjançant aquest principi de similitud amb la Psicologia Analítica de Jung es pot procedir segons l'autor abans esmentat a definir dos conceptes fonamentals dins del context del món portuari:

1. El Jo portuari, constituït per la parcel·la sectorial de la psique total, que pertany al món conscient de la personalitat d'un port.
2. El Si-mateix o totalitat psíquica portuària, que engloba tot el món arquetípic portuari.

El procés conegut com individuació és l'esforç del Jo, realitzat mitjançant un estudi i entrega en profunditat per assolir les més altes quotes possibles de la realització única i creativa que suposa el Si-mateix.

Aquest procés tracta de cercar i trobar repetidament quelcom que encara no és conegut i en el que és inútil fer-hi mirades furtives a la forma en que un altre port es desenvolupa, doncs la tasca d'autorealització és única. Cada port ha de fer quelcom diferent, quelcom que és exclusivament seu.

Com a punt essencial de partida, el Jo portuari ha d'incloure en el seu patrimoni conscient la idea que ja no és una entitat solitària i aïllada de la seva esfera d'influència.

Conceptes com el hipervorland (que expandeix i difumina la clientela marítima), el hiperhinterland (que expandeix i difumina la clientela terrestre) han canviat fonamentalment aquella situació.

Però és que la xarxa internacional de transport intermodal es configura com un corredor en el que es produeix la cadena del transport integral porta a porta amb llurs extrems escombrant les àrees de contorn difús i mòbils del hipervorland i del hiperhinterland, mentre el seu centre pivota sobre un port o un altre, depenent de la posició conjuntural (més econòmica i estratègica que física) de cadascú en un determinat moment i amb una capacitat sorprenent per canviar de pivot, per abandonar un port per un altre.

El Jo portuari ha de permetre fer una definició del món conscient de la personalitat estratègica d'un port.

Un port es pot veure immers en la postura equívoca de tractar de compaginar la seva doble personalitat: pública i privada.

Com empresa pública seria vista de la següent manera:

1. Propietat governamental, gestionada amb major o menor grau d'autonomia.
2. Orientada d'alguna manera al mercat.
3. Perseguint múltiples metes escassament jerarquitzades.
4. Ple de factors interns i externs en la seva agenda.
5. Orientada a un cash-flow positiu.

Com empresa privada seria vista de la següent manera:

1. Propietat privada.
2. Orientada exclusivament al mercat.
3. Orientada al benefici.
4. Perseguint metes pocs jerarquitzades.
5. Dominant els factors interns de la seva agenda.

D'aquí es pot deduir que dir que els ports són com empreses privades és tan incorrecte com dir que es mouen pels principis públics de burocràcia governamental.

En realitat els ports en general i les autoritats portuàries en particular són empreses públiques i exhibeixen característiques típiques d'ambdues situacions: la pública i la privada.

Dins d'aquesta dualitat es mostren dues classes de comportament:

1. El comportament incremental, que va dirigit al manteniment d'un cert equilibri dins de l'organització i d'aquesta amb el seu entorn institucional. El canvi és un hoste no molt ben rebut i tendeix a ésser controlat i minimitzat. La resposta al canvi és reactiva i la decisió es pren una vegada el canvi ja s'ha fet imperatiu.

2. El comportament empresarial, es tracta de posar-se per davant del canvi mitjançant una actitud proactiva. Més que mantenir l'equilibri es busca el canvi continu de manera que l'acció del canvi precedeixi en tot el possible i previsible al requeriment del canvi.

El comportament empresarial busca abans que res eficàcia per sobreviure i desenvolupar-se. El comportament incremental, després de passar inicialment per la fase empresarial i a menys que es produeixi una crisi, es veu contínuament temptat cap a la burocràcia, mitjançant el canvi d'eficàcia per equilibri i abocat en ocasions a la politització.

La crisi per a l'organització governamental és no complir amb la seva parcel·la de finalitat social; la crisi per a l'empresa privada és no aconseguir suficient benefici.

Les organitzacions de comportament incremental poden sobreviure si no depenen integrament del mercat, és a dir, si els recursos que aguanten les seves operacions no estan lligats en forma directa i mesurable amb l'eficàcia continuada en la venda dels seus productes.

Els ports i les autoritats portuàries, com empreses públiques, depenen en major o menor grau dels seus fons propis per realitzar la seva tasca, per tant, en certa manera, estan subjectes a la prova del mercat, al que es veuen obligats a orientar-se i en el que han d'exhibir un comportament empresarial per sobreviure i desenvolupar-se. Aquest fet realça dins de l'àmbit portuari el comportament empresarial més que el comportament incremental, doncs de la mateixa manera que l'empresa privada, els ports necessiten de l'eficàcia econòmica, ja sigui en forma de cash-flow o de benefici.

En l'estudi del Si-mateix i en el seu procés cap a la individuació, el port pot trobar-se davant d'una cruïlla veritablement complicada, que li ve plantejada per totes les figures arquetípiques del sector, que de forma constant flueixen cap el Jo portuari.

Davant d'aquest Jo portuari s'obre un ampli ventall de possibilitats d'actuació, que el condueixen, de forma sintètica, a la definició de la missió. Dins d'aquesta definició de missió, l'autoritat portuària pot actuar com a propietari, operador, agent incentivant i agent de relacions públiques. Pot assistir als seus clients amb una gran varietat de serveis, que inclouen des del tractament de la informació fins a les relacions industrials i la mediació amb els ens governamentals per facilitar les operacions portuàries. A través de l'estímul, promoció i coordinació d'activitats dins de l'àrea portuària, l'autoritat és capaç de millorar la posició competitiva del port, atraure negocis addicionals i assegurar la continuïtat del desenvolupament.

Però dins d'aquesta mateixa dinàmica neixen diversos fenòmens de competència i no només en negocis portuaris específics, que representen una sèrie de reptes i amenaces. Els interessos no marítics de tipologia urbana, els recreatius i els de preservació del medi ambient competeixen amb el port per la terra i la façana marítima i posen fins i tot en dubte que els beneficis de l'expansió portuària siguin superiors als derivats d'altres modes d'utilització dels esmentats recursos.

D'aquesta manera els ports es veuen atrapats entre el seu desig i la seva necessitat de desenvolupament i les limitacions de l'entorn, ja siguin imposades per la resta d'estaments econòmics o bé vinguin de l'àmbit social.

Per si no fossin suficients aquestes dubtes i controvèrsies, cap el conscient portuari flueixen permanentment senyals procedents del Si-mateix, en forma del conegut esquema DAFO que s'ha especificat anteriorment.

Les amenaces i oportunitats procedents de l'entorn extern diuen:

1. El port ocupa una posició d'inferioritat enfront del mercat amb un desenvolupament intermodal tremendament flexible i maniobrable, eludint el clàssic i còmode esquema del tràfic captiu. Les instal·lacions portuàries són estàtiques, triguen molt més temps en posar-se en funcionament que els modes de transport i no són versàtils en la mateixa mesura i amb la mateixa rapidesa que aquests.
2. Els costos portuaris controlables pel port representen una petita parcel·la del cost total del transport, que sí és controlat per les línies que a la seva vegada són "propietàries" de la càrrega.
3. Els ports i les autoritats portuàries són menys poderosos financerament que les línies marítimes o ferroviàries, que poden construir els seus propis terminals en oberta competència amb els ports, en funció de la legislació del país on es vulguin portar a terme aquestes operacions.
4. Tractar amb operadors poderosos pot ésser més avantatjós que tractar amb nombroses i petites línies regulars, però també més arriscat i depenent de la seva estratègia, que com s'ha vist pot pontejar al port en qualsevol moment, sempre tenint en compte, però la legislació de cada país.

Els punts forts i els punts febles constituents de la seva personalitat portuària li diuen al port i a la seva autoritat portuària:

1. Que els seus recursos són limitats i que enfront d'ells els projectes són cada vegada més costosos, menys autosuficients i més difícils que portar a terme.
2. Que les bases de dades per a la planificació són cada vegada més esquivades i oscil·len entre la nebulosa de les previsions macroeconòmiques i els desitjos expressos d'un client tangible.
3. Que l'augment en el risc de construir la instal·lació no adequada en temps inapropiats o de no construir la instal·lació adequada en temps apropiats, ha arribat a tal nivell que els planificadors portuaris han de tenir en compte no només la interrelació entre el curt i el llarg termini, si no també la del tràfic mundial amb el local.
4. Que el màrqueting és la funció portuària més important davant d'un mercat vulnerable, en el que és vital identificar correctament als clients i saber oferir el que sigui més adequat a qui sigui capaç de treure partit d'una relocalització portuària dels seus negocis.

Davant d'aquest fluxe d'informació, moltes vegades subliminal, el port es troba amb el dilema de discernir quina és la realitat a perseguir, doncs el ventall de possibilitats que s'obre actualment ha de considerar el següents dos aspectes:

1. En l'aspecte tècnic, des d'esforçar-se en aconseguir a tota costa un augment del tràfic, sigui el que sigui, o actuar amb més refinament optant per l'especialització, ja sigui en instal·lacions per al tràfic intermodal, ja sigui en nínxols de mercat pels quals la seva competència sigui superior a la dels seus rivals.
2. En l'aspecte financer, des de limitar els seus ingressos als serveis portuaris tradicionals fins a diversificar-se, perseguint el benefici amb tots els mitjans al seu abast i entre ells la utilització d'alguna de les seves propietats per a promoció d'activitats immobiliàries, lúdiques o recreatives (aquest darrer aspecte molt complicat en segons quins països de l'Europa Comunitària durant els darrers anys).

Evidentment la finalitat última del port és tenir èxit, el que comporta el plantejament del significat d'aquest èxit i de la seva mesura, ja sigui:

1. Pel seu cash-flow anual, sense consideració a la qualitat dels seus serveis o la idoneïtat dels seus recursos humans.
2. Pel seu nombre d'unitats de tràfic que el transiten, a vegades sense esforç especial per part seva.

Existeix una relació entre el primer criteri de medició de l'èxit i el tractament financer que el port dóna a la seva activitat.

La preocupació excessiva per un bon cash-flow pot conduir a una política amb ribets de landowner (cultiu intensiu del seus recursos per ens privats), que practicada durant cert temps per un gran port europeu, el va situar en posició delicada per fer front a l'explosió del tràfic intermodal.

Si del que es tracta és de subministrar nous serveis al preu de cost, s'ha de mantenir en el seu valor els actius històrics (a aquests efectes és molt il·lustrador contemplar el balanços de certs ports europeus), oblidant conceptes tals com costos de reposició. A més, tenint en compte la indeterminació dels índexs, es pot jugar amb les taxes de retorn del capital invertit o amb la rendibilitat sobre els actius totals. Al final queden sempre recursos tals com tarifar tot el que el tràfic captiu pugui aguantar.

La fixació excessiva en la consecució d'uns resultats financers a curt termini, conjuntament amb la descoberta del filó de la venda o negociació de propietats portuàries, pot conduir a ports rendibles amb independència del tràfic i en el límit, sense tràfic. El que succeeixi a l'hora d'haver d'invertir en costoses instal·lacions a llarg termini, és traslladat a instàncies majors, ja siguin interessos econòmics regionals o estratègics de nivell nacional o estatal. Ja apareixeran els pressupostos d'una o altra manera.

Les temptacions equívokes d'aquest tipus, que es presenten al Jo portuari, poden veure's impulsades també per determinats resultats obtinguts al estudiar l'impacte econòmic d'un port, quan els multiplicadors majors s'obtenen en les indústries i serveis extraportuaris; i si el port, mitjançant el mecanisme exposat, es converteix en pivot de la franja intermodal aprofundint la seva influència en el hinterland, sense mèrit algun per part seva, l'èxit del port pot veure's revestit de colors brillants, el de les plomes alienes.

En relació al segon paràmetre de mesura de l'èxit i com a màxima expressió del Jo del port, aquest no pot apartar ni del seu quefer ni de les seves instal·lacions el concepte de tràfic. Però aquí la cruïlla portuària es manifesta en el fet que, davant l'allau de nous serveis, el port dubta sobre quina és la quantitat i qualitat dels serveis que s'han de prestar a l'esmentat tràfic, per procedir a conservar el nivell de tràfic en primer lloc i per després assolir un augment del mateix.

En principi existeix un ampli espectre de possibilitats d'actuació, que van des de l'establiment d'oficines a l'estranger (agències de màrqueting), fins a la prospecció de les últimes fronteres del hinterland. Donada l'extensió que això suposa, el port ha de decidir el nivell de la seva implicació en cadascun dels punts claus de la cadena de transport. Per exemple, limitar la seva actuació només a capitals de la UE o actuar en els grans països originaris o destinataris de mercaderies; o utilitzant els costos de promoció en realitzar determinades millores del servei en el seu umland o fins i tot la seva participació financera en el desenvolupament dels enllaços terrestres del hinterland.

1.2.9. El menú estratègic:

Dins del que s'ha decidit anomenar menú estratègic es poden definir tres tipus de estratègies inicials a considerar per passar posteriorment al seu desenvolupament, tenint en compte la possibilitat de fer combinacions dels tres tipus d'estratègia:

1. L'estratègia institucional on l'autoritat portuària i el port han de definir el seu model tenint en compte prèviament d'haver realitzat una definició acurada de la seva essència.
2. L'estratègia de desenvolupament on l'autoritat portuària i el port han de considerar la definició del model tenint en compte la gamma de serveis que ofereixen.
3. L'estratègia producte/mercat on l'autoritat portuària i el port han de considerar la seva postura en relació amb el paper que juguen dins del mercat on es comercialitzen els productes que utilitzen les instal·lacions portuàries.

Una autoritat portuària pot considerar com la seva estratègia institucional (anomenada autàrquica o d'operador) com aquella que controli el tràfic que flueix cap el seu port, mentre que una altra autoritat portuària, en base a la seva idiosincràsia i a la ponderació dels riscos que tal control pugui implicar, decideixi que la seva estratègia (anomenada lliberal o de landlord) s'ha de basar en la facilitació del tràfic.

Cada opció exigeix un enfocament de gerència diferent, un estil d'actuació propi i el desenvolupament d'una habilitat específica.

Una estratègia autàrquica necessita una gerència experimentada en comportament com a entitat pública, amb capacitat per tractar amb altres entitats públiques les diferents implicacions de la seva faceta operativa intervencionista.

Una estratègia lliberal desenvoluparà especialment una gerència orientada al benefici, amb un comportament més típic d'empresa privada.

Cal aclarir que cap d'aquestes dues opcions té un caràcter pur i exclusivista que no permeti que la gerència autàrquica pensi en el benefici o que la gerència lliberal tingui en compte la seva faceta de servei públic.

Hi ha unes pautes de comportament que constitueixen les principals opcions que es presenten estratègicament a un port i a una autoritat portuària:

1. En relació amb el màrqueting, orientar-se cap als expedidors o cap a les línies, aquesta és una disjuntiva que depèn molt d'en quin segment de tràfic sigui dominant el port. En els estudis realitzats per detectar les motivacions de selecció d'un port, gràcies a un anàlisi acurat d'aquestes motivacions es podia apuntar a les línies com element més dominant, però no es pot convertir aquesta afirmació en veritat absoluta. Per altra banda s'ha vist que en el tràfic intermodal la motivació d'elecció de les grans línies resideix més en la seva estratègia pròpia que en la del mateix port.
2. En la qüestió de les terminals tampoc la disjuntiva està molt clara, doncs per molt autàrquic que vulgui ésser un port no es pot arriscar a elaborar un producte acabat sense tenir en compte el possible client, més aviat s'haurà d'oferir un servei entre generalista i a mida, especialment pel que fa a l'equip. Per altra banda, un excés de liberalització en l'altra opció no pot deixar un port buit de terminals més o menys polivalents, però públiques, pel servei indispensable de petits clients i evitant totalment monopolis indesitjables. Respecte a aquest últim fet, es pot opinar que sempre seran millors els monopolis privats, que són regulables per l'autoritat portuària, que els públics exercits per la mateixa autoritat portuària que no tenen regulació possible.

3. En relació amb els serveis de valor afegit, veritable punta de llança de qualsevol política portuària, les opcions es decanten pel seu establiment planificat en el cas d'una estratègia autàrquica o pel seu foment simple en el cas d'una estratègia lliberal.

Partint de la base que s'ha de descartar de la definició del concepte valor el pur augment del cost o de la tarifa, existeixen dos procediments per afegir segments portuaris a la cadena de valor (tràfic, indústria, logística):

1. L'establiment o foment de nous serveis, sol·licitats pels clients o oferts com a promoció del port.
2. L'augment generalitzat de la qualitat dels serveis existents.

Ambdós punts cerquen l'excel·lència dels serveis portuaris amb un alt grau de satisfacció del client amb la superació de les seves expectatives.

Aprofundint en aquest tema, s'ha de senyalar que el paper dels serveis en la provisió de valor és cada vegada més important, perquè aquests serveis són els que creen els atributs necessaris:

1. Amb una millor manipulació per la mercaderia amb equips adaptats a les exigències.
2. Menys averies.
3. Danys zero per determinats productes.
4. Rapidesa en la recepció i entrega.
5. Seguretat.
6. Qualitat.

Les instal·lacions físiques han de proporcionar a curt termini un avantatge competitiu, però aviat aquestes instal·lacions són imitades o queden sobrepassades, tal com passa amb els processos de producció a la indústria. La veritable competitivitat es deriva de la possessió d'habilitats humanes, capacitats logístiques, bases d'experiència, coneixements, know-how i d'altres components dels serveis difícilment imitables o reproduïbles.

L'autoritat portuària que vulgui decantar-se per l'estratègia de la qualitat necessita centrar les seves energies en:

1. Les activitats en les que pot crear un valor afegit singular, com per exemple, el disseny de nous serveis que excedeixin les expectatives dels clients actuals i dels possibles clients futurs.
2. Les activitats de control per mantenir el lideratge en els elements crítics de la seva cadena de generació de valor.

Per donar suport a l'elecció dins de l'estratègia portuària per part de l'autoritat portuària de l'estratègia de desenvolupament, existeixen dues eines per ajudar a la seva definició:

1. La de l'anàlisi.
2. La de la consolidació de la decisió.

En el primer cas es tracta d'analitzar, per exemple, el risc que durant el seu desenvolupament el port en general i l'autoritat portuària en particular adoptin la postura d'expansió dels seus principals serveis o la de diversificar aquests mateixos serveis.

En principi sembla que l'expansió és el risc menor que pot estimar-se en tres nivells diferents:

1. El nivell de mínim risc és expandir-se conservant el seu model d'autoritat i de serveis, com per exemple, construir terminals addicionals sota un mateix règim operatiu.
2. Un nivell major de risc suposa modificar els serveis (per exemple, construir una terminal polivalent) però conservant el model de gestió.
3. El màxim nivell de risc es produiria en canviar tant el model com els serveis, per exemple posant en joc propietats portuàries per activitats marítimes però extraportuàries amb intervenció en la seva gestió.

Si d'entrada s'agafa l'opció de la diversificació, es pot considerar que s'està assumint el risc més gran. Un exemple d'això seria un port amb un model/servei especificat per desenvolupar instal·lacions per tràfics especialitzats i llogar-les a operadors/transportistes i de manera sobtada decidís construir i operar una terminal per creuers turístics o bé un port esportiu.

En el cas de l'expansió són familiars els clients i els serveis. En el cas de la diversificació, el canvi pot ser total, tant pel que fa al màrqueting de l'oferta com per l'atenció de la demanda.

Per altra banda per consolidar la decisió es requereix un estudi en profunditat de les opcions estratègiques que a continuació s'exposen.

Quan es tracta de la tercera estratègia especificada: estratègia producte/mercat, on es produeix un debat sobre la disjuntiva que es dóna entre augmentar o conservar la participació en el mercat, s'ha d'utilitzar la matriu participació en el mercat/creixement.



Figura 1.10. Matriu de participació del mercat/creixement (Henderson, 1973).

Aquesta matriu permet a la direcció prendre les decisions sobre la consolidació dels actuals serveis del port, classificant aquestes decisions com positives, negatives o neutres des d'un punt de vista global de la seva viabilitat i sota la idea prioritària d'utilitzar els recursos escassos, tant els de tipus econòmic com humà, per assolir els màxims beneficis a llarg termini.

Cada port té els seus serveis i cada servei la seva pròpia viabilitat o absència de la mateixa. Per determinar quins serveis han de continuar i quins han de ser anul·lats o apartats, és necessari avaluar d'alguna manera la viabilitat de cadascun d'aquests serveis portant a terme una

classificació en funció del creixement actual o previst del mercat i en funció de la posició dominant dins del mateix.

En el quadrant superior esquerra de la matriu es situen els serveis anomenats estrelles, que tenen en compte una participació elevada de la demanda en un mercat altament creixent. Habitualment necessiten grans inversions en instal·lacions, en noves aplicacions i en la cerca de l'assoliment de la qualitat dels serveis, per conservar i fer créixer la participació en el mercat, essent convenient obtenir una participació important dels usuaris en el seu desenvolupament, es podria parlar aquí de la necessitat d'implicació dels usuaris en el desenvolupament del mercat. Un exemple que es podria considerar típic és el tràfic consolidat de transbord de contenidors en un port amb una demanda creixent.

En el quadrant inferior esquerra es troben els serveis anomenats vaques lleteres amb una participació dominant en un mercat de baix creixement i que generen més recursos dels que s'inverteixen en mantenir la seva posició en el mercat. Com a conseqüència s'ha d'evitar la sobreinversió en el seu desenvolupament i en canvi tractar de mantenir el lideratge en el seu preu, invertint els excedents monetaris en I+D+i per fomentar el creixement d'altres serveis. Exemples representatius d'aquests serveis són els corresponents a tràfics captius, ja sigui de granel líquids, granel sòlids o càrrega general fraccionada.

En el quadrant inferior dret es troben els serveis anomenats de forma pejorativa gossos, per coincidir en les seves característiques una baixa participació i un escàs creixement. Generen pocs negocis nous i tractar d'augmentar la seva participació és ben resistit per la competència, de manera que o bé se'ls situa en un nínxol més o menys aparcats i a costos mínims o bé simplement es venen i/o s'abandonen. Poden especificar-se com exemples, antics tràfics transatlàntics de passatgers mantinguts precàriament com creuers turístics.

En el quadrant superior dret apareixen els serveis anomenats oportunitats, amb baixa participació d'un mercat altament creixent. Acostumen a demandar fortes inversions per tractar d'augmentar la seva participació. Si s'assoleix aquest objectiu es desplacen cap a l'esquerra, mentre que en cas contrari cauen al pou dels gossos i pateixen la seva mateixa sort. Es poden citar com exemples tant èxits com fracassos de nombroses inversions en desenvolupament de terminals de contenidors i algunes altres inversions que van apostar pel transbordament de granel amb sort diversa.

Examinant aquests quatre tipus de serveis, es pot treure com a conclusió que hi ha una divisió en dues classes: per una banda, els que demanen d'un cash flow pel seu manteniment i desenvolupament i, per altra banda, els que aporten cash flow.

De totes maneres, en aquesta classificació no apareix explícitament l'estimació del risc. Aquesta component de la decisió estratègica és de tal importància i magnitud que en la recerca de nous serveis o en el manteniment dels existents, és absolutament necessari evitar l'augment de la vulnerabilitat, que pot portar a no emprendre prometedores oportunitats o bé fins i tot a conservar gossos.

El coneixement de la capacitat resistent a la competència i les amenaces reguladores substanciades pel altres ens públics (tarifes, medi ambient) són essencials en el moment de triar alguna de les estratègies que el menú ha especificat.

El menú exposat anteriorment podria anomenar-se funcional i no exclou l'existència de unes altres parcel·les d'estratègia, que en un moment o altre poden constituir línies de conducta per un port determinat. De forma merament descriptiva i sense pretendre esgotar el menú, s'exposen algunes d'aquestes estratègies:

1. Estratègia de diferenciació de la competència, mitjançant la prestació de serveis únics, tals com l'alta qualitat, superioritat tecnològica, atenció al client facilitant totes les seves necessitats.
2. Estratègia de lideratge de costos baixos, a través d'economies d'escala, operacions més eficients o utilització d'equip específic.
3. Estratègia de focalització, centrant l'atenció en un petit però selecte grup de clients o en expedidors de mercaderia determinada per identificar-se més estretament amb les seves necessitats
4. Estratègia d'oferta, basada en avançar-se a la demanda mitjançant la construcció d'instal·lacions que l'estimulin o simplement creant un prudent excés de capacitat com reserva estratègica davant d'imprevistos.
5. Estratègia de demanda amb una promoció específica del desenvolupament d'empreses econòmiques en la comunitat o de paquets de transport intermodal (minibridges).

6. Estratègia de competitivitat amb una millora de la productivitat i de la qualitat dels serveis tradicionals.
7. Estratègia de la privatització que comprèn des de la concessió d'un port públic amb l'autoritat com estricte landowner, fins l'entrega a particulars de diversos serveis o de l'autorització per implantar nous productes. S'ha d'adoptar des del punt de vista de la més estricta pura conveniència econòmica i admetre que els particulars hauran de comportar-se com gestors comercials eficients, per sobre la qualsevol consideració de servei públic.
8. Estratègia de supervivència on el port abans d'assistir impassible i impotent al seu declivi utilitza el seus recursos en l'objectiu primari d'obtenir ingressos.

1.2.10. La missió i la visió:

La definició de la missió i de la visió s'ampliarà en aquest apartat, doncs, serà en els propers capítols dos dels principals objectes de comparació entre autoritats portuàries de la Unió Europea, per d'aquesta manera poder estudiar les possible semblances entre els port de Barcelona i Tarragona i d'altres ports europeus que tenen una influència molt notable sobre el seu territori.

El marc d'un projecte empresarial i organitzacional ha de portar a la definició d'un pla estratègic d'entitat per assolir que el personal de l'empresa i gran part dels actors externs implicats tinguin el grau de coneixement adequat de l'organització. Cal començar per una clara i precisa definició de la missió com a raó d'ésser de l'organització en el seu marc de referència i per una especificació del camí que ha agafat o ha d'agafar l'organització mitjançant la utilització de la definició de la visió i dels objectius estratègics. Al mateix temps, es pot aprofitar per transmetre al màxim d'actors implicats quin són els valors que mouen l'organització, quines són les creences i quins són els paràmetres per solucionar i decidir en situacions de caràcter crític, quina és la definició i els paràmetres en que es mou la seva cultura corporativa.

D'aquesta manera qualsevol pla estratègic ha de contemplar un capítol inicial que permeti definir tots aquests conceptes que signifiquin la declaració de la seva identitat corporativa o pròpia de l'organització. No s'està parlant d'una identitat de tipus visual si no d'una identitat de tipus intel·lectual.



Figura 1.11. Sistema d'objectius corporatius (Sainz de Vicuña, 2003).

El pla estratègic són propòsits estratègics: la missió i la visió, però també són valors, objectius i metes, que cal desenvolupar en plena coherència entre ells i en plena coherència entre el que s'escriu, el que es predica i el que es fa.

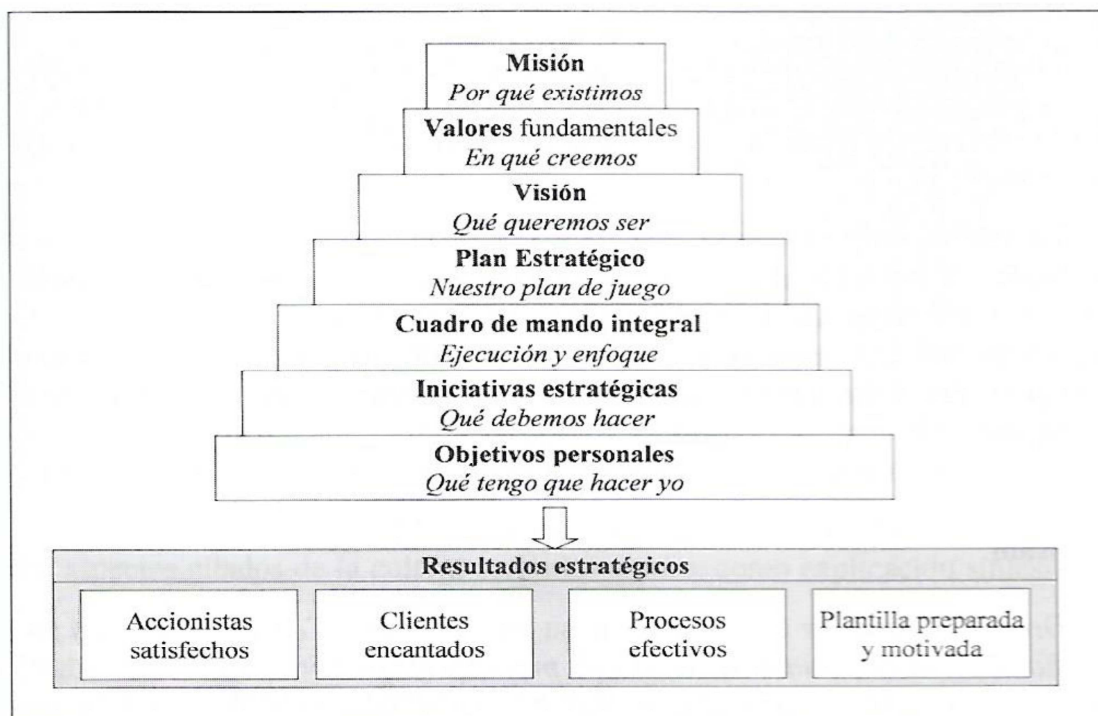


Figura 1.12. Traducció de la missió a resultats (Kaplan; Norton, 2001).

La concreció dels conceptes que apareixen a les figures 1.11 i 1.12 necessiten una feina intel·lectual molt important i que pot portar un quantitat de feina destacable, doncs és el que ha de servir de base per definir la resta d'esglaons inferiors del pla estratègic de l'organització. La feina feta per alguns autors serà bàsica per explicar aquest apartat.

S'ha esmentat abans el context on treballa, viu i es mou l'organització, molt s'ha treballat sobre aquest assumpte considerat com a estudi de l'entorn i de la realitat de l'organització, en particular en aquest cas, de l'autoritat portuària. La realitat i l'entorn s'ha considerat des d'un punt de vista intern i extern, per una banda s'han de definir aspectes interns com la cultura corporativa i el pla estratègic pròpiament dit i per altra banda s'ha de definir aspectes externs com l'estratègia de posicionament de l'organització de ports enfora.

Molts són conceptes coneguts, però que en alguns casos la seva aplicació és caòtica o està mal definida, fets que poden provocar una grau de confusió molt important tant internament com externament a l'organització. Els actors implicats han de tenir clara la identitat corporativa o organitzacional, han de ésser capaços d'explicar la missió, la visió, els valors, la definició del negoci o el propòsit de l'organització i la seva raó d'ésser. S'ha de tenir la possibilitat que a qualsevol nivell de l'organització, cadascú amb les seves pròpies paraules pugui explicar i transmetre aquests conceptes de forma entenedora per a tots els públics.

Hi ha una tendència natural a barrejar conceptes i definicions o bé a utilitzar-los de manera indistinta, cal posar ordre en aquest aspecte.

Tal com especifica la figura 1.12. primer cal definir la missió, la raó d'existir de l'empresa o de l'organització i s'ha de fer de forma escrita, els motius de tractar aquesta aspecte de forma escrita s'especificaran més endavant tot i que ja es poden intuir de manera òbvia. La missió constitueix l'objectiu primordial cap a on s'ha de dirigir la companyia a través de la posterior definició de plans més generals i programes més específics. Cal que la missió busqui el reconeixement del personal de l'organització, però és essencial buscar el reconeixement dels clients en la recerca de l'organització cap a l'excel·lència.

La missió ha de tenir un clar component intel·lectual però també ha de tenir una vessant pràctica on els actors implicats vegin que té una raó d'existir de quelcom que ha de ser encarat per assolir un millor posicionament de l'organització en el mercat, en la societat, ...

De la definició de la missió n'ha de sortir una explicació d'un potencial lideratge de l'organització en el seu terreny de joc i dels avantatges clars i definits que aquest lideratge corporatiu pot significar a curt, mitjà i llarg termini.

La missió ha de tenir una clara pretensió de romandre intemporal o bé ésser considerada estructural dins de l'organització, per tant, cal pensar molt bé la definició que se'n faci.

La definició de visió per contra ha d'ésser pensada de forma més conjuntural i temporal, la visió d'una empresa o d'una organització s'ha d'explicitar a través d'una expressió verbal i concisa, com si d'una imatge fotogràfica es tractés, del que es vol pel futur de l'organització. Ha de ser utilitzada per fixar el rumb de present de l'organització cercant el futur definit com a objectiu; per tant, es pot especificar com la lluita que porta a terme l'organització per arribar a ser allò que ha definit que vol ésser en un futur.

No sempre és fàcil explicitar la data final d'una visió, doncs en moltes ocasions per més meticulosament que es porti a terme aquesta tasca, no sempre és factible arribar a concretar una data específica. Cal pensar que una possible caducitat de la data prevista per assolir la visió pot generar greus disfuncions dins de l'organització i portar a estats de frustració empresarial importants.

La visió ha d'ésser reconegut com un objectiu que cal perseguir amb ambició, mentre que la missió és quelcom que s'ha de portar a terme i que explicita la raó d'ésser de l'organització.

L'organització ha de ser transparent durant l'explicitació de la missió i la visió (Collins, J.C.; Porras, J.L., 1996), ha d'explicar quina és la seva finalitat darrera i ha de compartir l'explicitació d'aquesta finalitat i les vivències que d'això se'n derivin. D'aquesta manera es podran establir metes i objectius que ben treballats poden semblar utòpics pels competidors, poden ésser un clar avantatge competitiu davant dels clients actuals i futurs i poden esdevenir una font de motivació pels implicats interns i externs de l'organització.

La cultura corporativa o organitzacional porta adjacents diferents aspectes que han de ser considerats d'una forma precisa:

1. La filosofia de l'organització.
2. Els valors dominants de l'organització.

3. L'ambient o clima empresarial.
4. L'ambient o clima laboral.
5. Les normes que regeixen els grups de treball de l'organització.
6. La transversalitat dels grups de treball.
7. Les regles del joc, tant les formals com les no escrites.
8. Les tradicions, tant les formals com les no escrites.
9. Els comportaments de l'organització en global.
10. Els comportaments dels diferents actors de forma particularitzada.

Com és fàcil deduir la majoria d'organitzacions no deixen per escrit cadascun dels punts presentats, més aviat, en alguns casos és ben al contrari, tracten per totes les maneres possibles d'amagar part de la realitat que es pot explicar desenvolupant aquests aspectes.

En alguns casos, es tracta d'elements de treball que es poden considerar propis del know-how de l'organització i en d'altres casos es tracta de qüestions que per vergonya han de quedar internament enterrades dins del grups humans que componen l'empresa.

Només algunes companyies amb una cultura empresarial sòlida s'atreveixen a fer públiques algunes històries o anècdotes que ben explicades poden provocar un màrqueting positiu però que tretes de context poden ser nocives per l'esdevenir de l'organització a curt, mitjà o llarg termini.

La cultura corporativa ha de permetre observar com algunes organitzacions posen per davant els seus stakeholders com es definien fa uns anys, és a dir, les seves parts interessades, mentre que d'altres organitzacions posaven per davant els clients, que avui en dia també es consideren part interessada en l'organització.

La definició dels valors corporatius ha de permetre especificar els ideals i els principis col·lectius de l'organització que han de servir de guia de les reflexions internes i de les actuacions pròpies dels individus que participen dins de l'empresa. Aquí cal fer esment que l'entorn cultural geogràfic és bàsic per explicitar aquests valors corporatius, doncs no es

definiran de la mateixa manera els valors corporatius d'una organització americana, els d'una organització alemanya i els d'una organització de l'àmbit mediterrani.

Aquesta definició de valors ha de permetre a l'organització explicitar en què creu. Els valors han de constituir allò en què creu l'organització i el seu personal, doncs aquests valors definiran el caràcter de l'organització. Aquest és un altre camí per poder fer el que s'ha especificat abans, no és res més, que explicitar la personalitat de l'organització.

Aquests valors també han de permetre explicar què representa l'organització i s'han de definir com un conjunt de frases que serveixin per constituir la identitat corporativa de l'empresa, podent-se explicitar juntament amb la declaració de missió.

Els valors que es poden considerar dominants acceptats per l'organització es poden expressar de manera que siguin utilitzats com a trets distintius de l'organització. Concretant aquests valors mitjançant criteris d'actuació, actituds i comportaments, han de tenir una coherència en les àrees d'activitat de l'organització, doncs, el contrari portarà a una falta de credibilitat de l'organització que pot veure seriosament amenaçada la seva imatge pública.

Les organitzacions occidentals tenen una clara vocació cap a prioritzar valors vinculats amb l'orientació al client, la importància de l'honestetat, unes bases sòlides d'integritat i uns principis ètics contrastables, així com, els compromisos amb la qualitat, el medi ambient, la innovació, la internacionalització, la responsabilitat social corporativa i la seva aportació al bé comú de la societat. Les organitzacions occidentals han d'ésser socials o no seran el un futur a mitjà o llarg termini.

Moltes societats implementen codis ètics i de conducta per estimular els valors corporatius com poden ser els següents:

1. Honradesa.
2. Honestetat.
3. Professionalitat.
4. Compliment de la paraula donada.
5. Ambició (ben entesa).

6. Confidencialitat.
7. Discreció.
8. Anticipació o pro activitat.
9. Tradició.
10. Justícia.

Tots aquests punt especificats dins de l'àmbit geogràfic occidental s'haurien de donar per descomptats, desafortunadament la realitat desmenteix aquesta afirmació, per aquest motiu és bàsica la implementació de codis ètics, de conducta o també anomenats de bones pràctiques, que desenvolupats de forma intel·ligent poden ésser una arm competitivament de primera magnitud. Si no s'apliquen per creença al menys que s'apliquin per interès.

La filosofia empresarial ha de donar regles de conducta que han de ser utilitzats per regir i governar l'organització. Els valors han d'utilitzar la filosofia empresarial per ésser traduïts a descripcions més concretes i de més fàcil aplicació dins de l'àmbit de l'organització.

Hi ha organitzacions que mesclen la seva filosofia empresarial i la seva missió, donant explicacions dels compromisos de la seva filosofia en la definició de missió.

La identitat corporativa és allò que una organització és mitjançant una explicitació del seu objecte social, de la seva missió i dels seus objectius corporatius que es pretenen assolir; com a conseqüència, en aquesta definició s'ha de tenir en compte també el concepte de visió. De la definició d'identitat corporativa se'n derivaran els atributs d'identitat que es volen projectar internament i externa al servei dels objectius corporatius de l'organització.

Mitjançant la definició d'identitat corporativa, l'organització ha de poder respondre a la pregunta del qui són, per tant, l'especificació dels corresponents atributs facilita aquesta definició i la seva explicació i permeten, una vegada més, diferenciar-la d'altres organitzacions i intentar buscar-ne un avantatge competitiu.

La identitat també es pot fer correspondre amb el concepte de personalitat de l'organització ja abastament explicat, creant una personalitat pròpia i ben definida que, aquí sí, utilitzi la imatge, la identitat visual com un element corporatiu distintiu: com una imatge de marca.

De la definició de la identitat i de la personalitat de l'organització se'n pot desprendre la definició de personalitat cultural (o identitat) que codifiqui la cultura de la corporació de forma no evident.

La identitat corporativa o organitzacional s'ha de definir tenint en compte tres grans àrees de treball:

1. L'àrea de comportament corporatiu on és desenvolupen els fets tangibles i mesurables més que les paraules.
2. L'àrea de comunicació corporativa responsable de comunicar i fer publicitat de la identitat corporativa en tots els àmbits que sigui necessari i que pugui significar un guany per l'organització.
3. L'àrea de disseny corporatiu on es defineix i materialitza la identitat visual de l'organització, la seva imatge de marca.

Gràcies de la identitat corporativa la personalitat de l'organització amb tots els seus matisos psicològics es fa pública i el seu disseny corporatiu o identitat gràfica corporativa es converteix en la imatge de la marca que es vol crear o potenciar, és el que el públic associa gràficament amb l'organització.

La forma d'actuar de l'organització definirà el comportament corporatiu i permet emetre molts missatges, tant des d'un punt de vista molt obvi com des d'un punt de vista de comunicació no verbal. També es considera com la forma més palpable d'expressió diària de la personalitat de l'organització.

Hi ha una estreta relació per no parlar de fusió entre la personalitat corporativa i els missatges verbals que emet l'empresa, constituint d'aquesta manera la base de la imatge corporativa que el públic es pot fer de l'organització.

El comportament empresarial i organitzacional es demostra mitjançant fets i no paraules i no es pot limitar als integrants de l'organització que estan interactuant amb el seu entorn, cal tenir en compte les polítiques i estratègies corporatives i de màrqueting que acostumen a ser un gran canal de comunicació que les organitzacions han de cuidar de forma molt curosa.

Cal contemplar dins del comportament de l'organització aspectes con són els següents:

1. La internacionalització de l'organització.
2. La política de creixement.
3. L'estratègia en I+D+i.
4. Els productes o serveis.
5. La política de preus.
6. La política de marges.
7. La distribució de productes.
8. La realització de serveis.
9. La comunicació amb el públic.
10. El comportament financer.
11. El comportament amb els clients.
12. El comportament amb els proveïdors (com a col·laboradors de l'organització).

Com a conclusió cal dir una obvietat: el comportament de l'organització ha d'ésser coherent amb les estratègies corporatives que porten a la generació d'identitat de l'empresa davant dels diferents públics que pot arribar a tenir. La situació contrària només genera confusió que pot derivar en mala imatge i en un dany irreparable pel futur de l'organització.

S'ha comentat la necessitat de posar per escrit la missió de la companyia, sent aquest fet especialment rellevant quan es tracta d'una autoritat portuària que ja s'ha dit que es pot considerar un ens amb característiques d'organització pública i amb característiques d'empresa privada. I més si es té en compte la necessitat de generar exemple dins de la comunitat portuària i de tots els actors implicats en dita comunitat, tant des d'un punt de vista intern com d'un punt de vista extern.

La direcció de qualsevol organització ha d'entendre la necessitat d'efectuar aquesta definició de manera escrita, doncs, no s'està davant d'unes frases que no tenen utilitat si no de la base del pla estratègic de l'organització.

Definint per escrit la missió de l'organització s'aconsegueix formalitzar aquesta aportació al present i al futur de l'empresa. D'aquest manera la comunicació a tots els actors vinculats i la seva interiorització es consideren com a més fàcils. Tothom pot saber de manera senzilla i efectiva a què es dedica la seva organització, quin és el seu objectiu últim de contribució a la societat i, en alguns casos, al bé comú, quines són les parts interessades que defensa l'organització de manera prioritària, quin és el seu grau d'implicació social i com s'han d'assolir totes aquestes qüestions.

Qualsevol professional del management entén que és bàsic transmetre quin és el propòsit i l'objectiu primordial de la seva organització i la seva necessitat de comunicar-ho. D'aquesta manera qualsevol professional del món empresarial o organitzacional entén quina és la seva funció i quin benefici se'n treu dels seus coneixement i capacitats, tant físiques com intel·lectuals.

La realitat imposa que no totes les empreses i organitzacions saben contestar a aquestes preguntes de forma senzilla, concisa i entenedora, generant en alguns casos més confusió que no pas aportant claror a molts punts de foscor.

La resposta a aquestes qüestions s'ha de considerar tenint en compte les següents idees:

1. Especificant la missió de forma adequada es transmet força a l'aportació individual que cada individu de l'organització desenvolupa.
2. Cal no limitar la imaginació i la capacitat de desenvolupament dels individus de l'organització, potenciant la innovació, l'I+D+i, així com el creixement personal i professional de tots els components de l'organització, sigui quina sigui la seva posició dins de l'empresa.
3. Sense una definició clara i específica de la missió més aviat que tard s'entrarà en contradiccions i incoherències que generaran una falta de credibilitat de la direcció i que internament i externament pot ésser letal a curt, mitjà i llarg termini.

Un cop escrita la definició de la missió de l'organització, cal fer-ne bon ús cercant-li la utilitat de la seva aportació (Kaplan; Norton, 2001). A d'implicar un creixement de la lleialtat cap a l'organització i els seus objectius així com el compromís del individu a tots els nivells com a finalitat definitiva. També persegueix una millora de les habilitats comunicatives de la direcció

que ha parit la missió cap a la resta d'individus de l'empresa, i que aquesta millora de la comunicació s'aprofita per millor la comunicació a d'altres nivell així com la coordinació entre àrees fomentant la transversalitat disciplinar com un actiu de l'organització. Cal observa runa millora en la productivitat directiva, com a exemple de millora per la productivitat de la resta de nivells. D'aquesta manera es tradueix la missió a termes operatius aplicables i entenedors per tothom.

Es poden especificar diferents utilitats i avantatges de la definició escrita de la missió de l'organització, però cal fer esment especial de dos aspectes principals:

1. Transformar la realitat i l'entorn, conceptes als que s'ha dedicat molt d'esforç comunicat durant el desenvolupament d'aquest capítol, adequant la imatge corporativa o imatge de marca a la identitat corporativa i a la personalitat de l'organització utilitzant la corresponent estratègia de posicionament en el mercat.
2. Transformar l'organització aconseguint alinear la cultura corporativa amb el seu propòsit últim, la seva visió, els seus valors, la seva filosofia empresarial o organitzacional i la seva estratègia corporativa.

La missió no només s'ha de manifestar en el pla estratègic si no que s'ha de convertir en el punt de sortida d'una organització basada en l'estratègia com a sistemàtica de treball i que es converteixi en un eix global de comunicació tant des del punt de vista intern com des del punt de vista extern. Actuant i transformant la seva realitat vital i el seu entorn en benefici de la societat.

La missió ha d'ésser un motor de canvi i de transformació de l'organització, fent un especial esment del lideratge transformacional i de la tasca de liderar la implantació de l'estratègia: per implantar i executar un pla estratègic, la cultura de l'organització ha d'alinear-se molt estretament amb la seva estratègia; essent la condició òptima la creació d'un ambient o clima laboral propici i tan ajustat a l'estratègia on es potenciïn les activitats claus per assolir el desenvolupament de la mateixa de forma excel·lent (Thompson; Strickland, 1995).

El plantejament fet en el paràgraf anterior no s'ha de considerar només teoria si no que l'organització té l'obligació de buscar l'aplicació pràctica del mateix. Només cal fer esment de la cultura japonesa, de la seva recerca de la millora continua i de la implicació dels seus treballadors en les seves organitzacions portant la perfecció i l'excel·lència fins a límits no vistos en el món occidental. La cultura que destil·la la missió d'algunes empreses japoneses

serveix d'inspiració als seus treballadors per assolir aquesta excel·lència abans esmentada, acompanyat aquest fet de la posada en marxa d'aplicacions pràctiques de la missió en les seves eines diàries.

Aquesta tasca de transformació de la realitat, de l'entorn i de l'organització mitjançant la definició de la missió ha de venir acompanyada d'un treball previ de documentació i d'implicació de tots els estaments de l'empresa de dalt a baix, per aconseguir que aquesta informació flueixi de forma natural de baix a dalt. Només amb la implicació de tots els actors que tenen un paper en aquesta funció es poden assolir les metes i objectius que es definiran arrel de la creació de la missió.

1.2.11. Els objectius estratègics:

Els principis bàsics per a la formulació d'objectius estratègics es poden especificar de la següent manera:

1. Els objectius quedaran supeditats a la missió i la visió que l'organització hagi definit com a base del seu pla estratègic.
2. Els objectius han d'ésser concrets, per tant, qualsevol esforç per poder quantificar-los ha de ser molt valorat, amb un nivell de realisme molt important, però amb voluntat de millora amb ambició.
3. Els objectius han d'ésser el motor de l'activitat de l'organització, per tant, han de tenir garantida la seva coherència entre ells i amb la definició de la missió i de la visió que s'ha fet.
4. Els objectius han d'ésser redactats de forma concisa com a següent pas estratègic en la definició del pla estratègic de l'organització. S'ha de buscar la claredat i s'ha de fugir de l'ambigüitat per assolir un grau de solidesa adequat en tot l'edifici estratègic.
5. Els objectius han de buscar la solidesa i la coherència, però també l'harmonia amb la resta d'aspectes del pla estratègic.
6. Els objectius s'han de redactar tenint en compte que la seva essència és la de solucionar problemes no la d'afegir inconvenients a la realitat de l'organització

7. Els objectius han de permetre ésser considerats una oportunitat d'avantatge competitiu dins del mercat i que siguin elements que permetin obtenir rendiments de la seva implementació.
8. Els objectius s'han de pensar i mesurar, doncs la seva quantificació serà de vital importància en el desenvolupament de l'esdevenir de l'organització.
9. Els objectius s'han de suportar sobre hipòtesis d'inici i escenaris de partida que s'han hagut de contemplar durant l'anàlisi de la realitat i de l'entorn de l'organització.
10. La importància de la definició de la realitat i de l'entorn en posa de manifest en el moment d'escriure els objectius estratègics. S'ha d'analitzar la realitat del passat, la situació actual i fer una previsió del futur. Aquesta capacitat de previsió de futur pot ésser la clau que defineixi l'èxit o el fracàs dels objectius definits.
11. Els objectius s'han d'escriure tenint en compte que han de significar una acció o un consecució amb uns resultats i uns terminis per assolir els esmentats resultats. S'ha de considerar si els resultats han de ser fixes o es poden moure dins d'una forquilla, i, s'ha de considerar si els terminis són flexibles o bé són inamovibles.
12. Els objectius han d'ésser coherents amb els recursos de l'organització. Abans s'ha comentat la coherència cap amunt, ara s'especifica la coherència cap avall.
13. Els objectius han d'ésser conseqüents amb les polítiques i pràctiques bàsiques de l'organització.
14. Els objectius serveixen per definir més el què i el quan que el com el per què.
15. Els objectius han d'ésser abastables sense perdre el realisme, però tampoc l'optimisme i la motivació .
16. Els objectius s'han de poder desplegar per tota l'organització, sempre que això sigui possible per a tots ells.
17. Els objectius s'han de registrar i comunicar per escrit amb acusament de rebut per part de les àrees afectades en la seva consecució, intentant, per tant, que siguin comprensibles per tots els implicats.

Els criteris de concreció, de recerca del sentit pràctic, de coherència i de comprensibilitat han de regir la definició i l'escriptura dels objectius de l'organització.

Tots els esforços realitzats tan abans com després de definir els objectius estratègics poder ser envà si aquesta definició no es fa de forma encertada. Cal, per tant, tenir una gran capacitat d'anàlisi i d'abstracció per evitar els habituals problemes de procrastinació. Cal, per tant, tenir una gran visió de futur una gran capacitat d'imaginació i s'ha de donar camp lliure a la creativitat de la gent implicada. No es pot coartar la llibertat del personal quan es defineixi un pla estratègic, doncs, d'una altra manera es poden quedar pel camí bones idees que per prudència s'ha optar per no dir.

Els objectius estratègics han de girar al voltant de tres idees força que s'han de desenvolupar com a grans eixos d'actuació:

1. La primera idea s'ha de desenvolupar tenint present la necessitat de consolidació, de supervivència o d'estabilitat de l'organització. La situació de l'empresa marcarà quina és la necessitat més imperiosa. Aquí es podran definir els objectius de consolidació de l'organització.
2. La segona idea ha de permetre desenvolupar els objectius que no busquen tant la rendibilitat a curt termini i sí la rendibilitat a llarg. Són objectius lligats de forma directa o indirecta a processos de creixement.
3. La tercera i darrera idea ha de permetre desenvolupar els objectius que busquin la rendibilitat a curt termini, però sense caure en la temptació de treballar en aquests objectius més que en d'altres ni els fer que aquests objectius tinguin una prioritat respecte dels altres. Com ja s'ha comentat cal buscar l'equilibri i no caure en prioritats financeres a curt termini.

Aquests objectius estratègics i corporatius tant de tipus qualitatiu com quantitatiu (s'ha de poder quantificar tant com es pugui) seran la condició que marcarà la resta d'objectius de menor nivell de l'organització amb la necessitat vital de buscar sempre l'equilibri que impliqui una estabilitat del pla estratègic definit.

Les diferents organitzacions han de tenir sang freda i sentit comú per veure quins són aquests objectius en el seu cas i cercar la dimensió adequada de cadascun d'ells. Cal fer un estudi específic en funció del tamany de l'empresa.

El dilema entre creixement sostingut i rendibilitat i resultats a curt termini ha marcat molt profundament la definició de molts plans estratègics i els resultats dels mateixos. S'han aconseguit grans èxits però també fracassos molt sonats.

S'han de considerar un grup de deu idees per assolir el creixement rendible de les organitzacions:

1. S'ha de créixer de manera continua i sostinguda durant llargs períodes de temps sense fre grans esglaons, no és interessant créixer de forma ràpida i trepidant mitjançant un sol esglaó que canviï de nivell l'organització, doncs la possibilitat d'adaptació a la nova situació i la seva digestió no sempre s'han demostrat ni fàcils ni possibles.
2. S'han d'aprofitar les potencialitats del capital humà que envolta la realitat i l'entorn de l'organització. Totes les organitzacions són formades per persones, per tant, sembla capital tenir molt en compte i tenir la consideració que és mereix la força de treball humana que es pot arribar a desenvolupar.
3. L'estratègia de creixement ha d'ésser una prioritat en l'agenda de l'organització, però també cal analitzar i preveure la manera i la velocitat a la qual es considera òptim créixer. No totes les empreses estan preparades per créixer a una gran velocitat i assimilar els canvis d'escenari que aquest fet significa.
4. S'han d'aprofitar les oportunitats que ofereix la globalització, cercant una possible expansió de l'organització a mercats que fins al moment no han estat habituals i poder ser una clara possibilitat de prosperar.
5. S'han de desenvolupar les carteres de negoci de manera que es pugi intervenir en el mercat tenint productes i serveis en diferents estadis de maduració. És una manera de no posar tots els ous a la mateixa cistella.
6. S'han de desenvolupar les idees adequades per prendre consciència dels condicionants externs de l'organització i la seva afectació en el desenvolupament de l'organització, tant a curt, com mitjà i llarg termini.
7. S'ha de tenir la possibilitat de modular el creixement. Tenir la capacitat de gestionar la velocitat de creixement en el moment que s'està produint de manera que l'organització tingui la capacitat de digerir de forma adequada i tranquil·la aquest creixement, s'està garantint el futur de la companyia i s'està evitant morir d'èxit.

8. S'ha de desenvolupar un pla estratègic partint d'una situació econòmica sana, doncs d'altra manera, el desenvolupament d'un pla estratègic pot començar coix o viciat d'origen. En algunes organitzacions, la primera part del pla estratègic pot ésser sanejar l'organització per deixar-la en una situació òptima per desenvolupar ples posteriors, cal considerar la possibilitat de fer esforços abans de començar el pla estratègic que no haver de portar un llast durant tot el desenvolupament del mateix.
9. Cal desenvolupar una cultura de lideratge amb uns fonaments clarament assentats en la visió de l'organització, tenint en compte al mateix temps el desenvolupament de la gestió del coneixement i d'un agut sentit de la innovació. Si l'organització objecte d'estudi no innova segur que sí ho farà la seva competència. Cal demostrar una clara vocació de pro activitat.
10. Tot i desenvolupar tot l'especificat anteriorment de forma eficient i eficaç, cal no perdre de vista la possibilitat implícita en tot projecte que aquest tingui com a resultat el fracàs. Aleshores cal aprendre i treure lliçons del fracassos per evitar que aquests es puguin tornar a produir.

Com a conclusió del que s'ha exposat en aquest grup de deu punts, es pot afirmar que la prioritat en la fixació dels objectius estratègics o corporatius de qualsevol organització ha de contemplar la necessitat d'augmentar la participació de dita organització en el seu mercat a la recerca d'un lideratge, fent un important sacrifici en la rendibilitat a curt termini durant el temps que sigui necessari per assentar l'organització en el mercat.

Aquesta prioritat no és permanent en el temps, doncs, el que s'especifica és la necessitat per part de l'organització d'assentar-se i de cercar el lideratge del mercat, una vegada aquesta situació s'hagi produït, les prioritats poden canviar i es pot cercar un equilibri estable entre creixement i rendibilitat a curt termini.

Es poden classificar les organitzacions de la següent manera:

1. Hi ha empreses que creen valor.
2. Hi ha organitzacions que només creixen.
3. Hi ha empreses que cerquen beneficis.
4. Hi ha empreses que necessiten millorar.

Tota organització cal que conegui quina és la seva situació des d'aquest punt de vista, doncs ajudarà a tenir una visió de la realitat de l'empresa per ajudar a definir quin camí a d'emprendre la companyia i quines han d'ésser algunes de les seves prioritats.

Seguint amb els objectius estratègics i la seva implementació, s'ha de fer especial èmfasi en el fet que els objectius estratègics s'ha de definir però després s'han de portar a terme, no és vàlid deixar aquests documents en un calaix per fer després una altra gestió de la companyia i tenir una gestió sobre el paper i una gestió real.

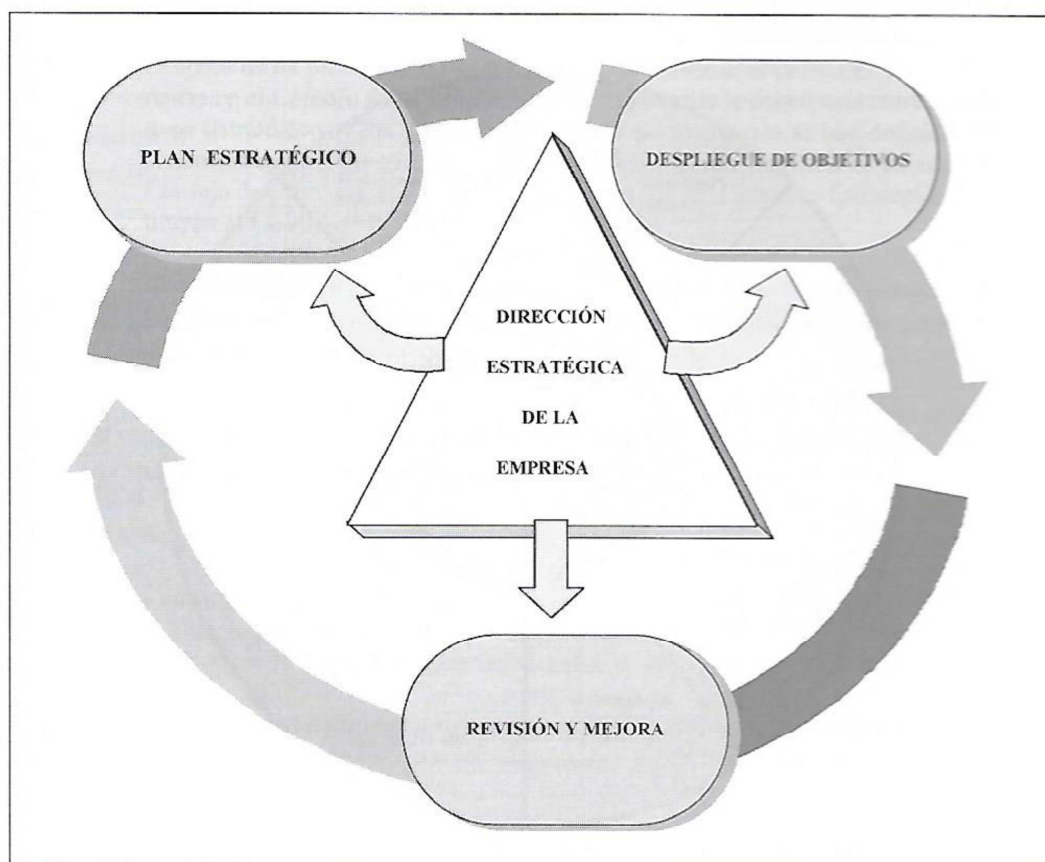


Figura 1.13. El desenvolupament dels objectius estratègics com a clau de la direcció estratègica (Sainz de Vicuña, 2003).

Com s'observa a la figura 1.13., el desenvolupament dels objectius estratègics ha d'esdevenir un element clau en la direcció estratègica de l'organització. S'ha de fer especial atenció a la interrelació entre planificació estratègica a llarga termini, pla anual de l'organització a mitjà termini i el desenvolupament de la tasca diària de l'empresa quan es parla del curt termini.

S'observa com ja s'ha especificat en diverses ocasions la necessitat de portar el pla estratègic i els objectius estratègics a les tasques diàries de l'organització. Cal tenir una especial cura en implementar tots els apartats d'un pla estratègic de forma que tots els implicats observin que de les idees força generals se'n desprèn un treball pel dia a dia. Si s'observen incoherències i desconexions pot ésser fatal pel futur desenvolupament del pla estratègic i de l'organització. Un pla estratègic no és un document intel·lectual que s'ha de guardar si no al contrari és un document que s'ha d'utilitzar de forma diària. No es pot considerar un document de bones pràctiques i de bones intencions sense més recorregut, doncs tots els esforços esmerçats hauran estat inútils. S'haurà invertit temps i diners en aconseguir un pla estratègic en el que cap actors implicat hi creu, començant per la direcció.

Hi ha una necessitat imperiosa de coherència en tot el que es fa i una necessitat de lligar totes les passes que es portin a terme per desenvolupar els diferents aspectes del pla estratègic, tenint en compte de donar visibilitat sempre a les relacions entre els aspectes del pla estratègic que són més amunt en la piràmide de construcció i els que són més avall. Per tant, s'ha de buscar inexorablement una implicació del compliment del objectius estratègics o corporatius a tots els nivells de l'organització assegurant que el desplegament dels mateixos s'està portant a terme de forma totalment escrupolosa, eficient i eficaç. D'aquesta manera es podrà demostrar que l'activitat diària del personal està íntimament lligada amb en desenvolupament d'aquests objectius estratègics.

Com s'observa a la figura 1.13. s'ha de realitzar en les millors condicions els desplegament dels objectius estratègics o corporatius, però al mateixa temps s'ha de dirigir l'organització des d'un punt de vista estratègic cercant de forma exhaustiva el compliment del pla estratègic desplegat analitzant els seus resultats per poder portar a terme una tasca clau: la revisió i millora continua i permanent de tot el que faci referència al desenvolupament del pla estratègic i dels seus objectius implementats.

Una altra vegada l'organització ha de treballar de forma simultània considerant diversos fronts i ha de buscar l'equilibri entre totes tres situacions. Aquesta és una obligació de la direcció i demostrar habilitat en aquesta situació és demostrar capacitat de bona gestió, fet que desafortunadament no sempre es produeix.

Es pot considerar un esquema general de desplegament dels objectius estratègics que es pot especificar en diversos punts:

1. Un pla estratègic té objectius estratègics i estratègies de l'organització per portar-los a terme, s'ha de procedir a un ordenament dels mateixos per iniciar el seu desplegament. S'ha de garantir l'ordre correcte. Aquí ja apareixen les estratègies i el seu pla operatiu.
2. Cal tenir clara la periodificació dels objectius durant els anys de vigència del pla estratègic dissenyat.
3. S'han de classificar les estratègies i s'ha de nomenar els responsables que les desenvoluparan i quin seran el seus equips (cal tenir en compte si aquests equips han d'ésser interdisciplinars).
4. Els responsables de desplegar objectius i estratègies han definir conjuntament amb el seus equips les accions necessàries per assolir aquest desplegament.
5. S'ha de realitzar amb direcció general i consell de direcció un examen exhaustiu de la coherència entre els objectius estratègics definits i els programes d'accions especificats pels diferents equips, fent els ajustos que siguin necessaris per garantir per sobre de tot aquesta coherència.
6. Els programes d'accions definits més altres iniciatives departamentals o transversals han de definir els programes anuals de gestió departamental i de l'organització.
7. Els departaments o grups transversals dissenyats per l'ocasió han de desplegar els detalls del programes d'acció, especificant responsables per a cada programa d'acció i indicadors que donin la bondat de les accions realitzades i especifiquin si s'està en el bon camí.
8. Execució dels plans d'accions.
9. Seguiment dels indicadors especificats amb posada en marxa d'accions correctores o de millora si s'observen disfuncions.
10. Seguiment d'indicadors més globals amb els mateixos objectius d'implementació d'accions correctores i de millora.
11. Presa de decisions a nivell global d'accions correctores i/o de millora que siguin necessàries en el moment que siguin necessàries.
12. Control de la situació i examen de coherència. Els objectius estratègics definits han d'estar en el seu marc adequat i han de recórrer el camí traçat, en cas contrari cal

focalitzar esforços en la millora d'aquest objectiu sense perdre de vista la necessitat de mantenir l'equilibri. Com a element a tenir en compte l'eina coneguda com a cercle PDCA o cercle de Deming pot ésser bàsic per obtenir informació de possibles disfuncions i per dissenyar accions correctores o de millora.

En l'especificació d'aquests darrers punts ja s'ha entrat a parlar d'estratègies corporatives i d'accions, la mescla d'aquests dos conceptes provoca que s'entri en una fase de definició d'estratègies operatius pròpiament dites i en la definició del programes d'accions necessaris per desenvolupar aquestes estratègies operatives. Es considerarà la mescla d'aquests dos conceptes de manera conjunta tot i que diversos autors les tracten de maneres diferents: uns de forma conjunta i els altres de manera separada.

1.2.12. El Pla Operatiu i les estratègies organitzacionals:

Amb aquest apartat s'entra de ple en la fase pràctica del planejament. Donada aquesta situació no és estrany que l'exposició es vagi comprimint, al contrari del que passaria si de la planificació d'una organització determinada es tractés, o bé, d'una autoritat portuària i d'una port si es considera més particularitzat, on es començarien a mesclar i relacionar-se nombrosos factors especificats molt detalladament en apartats anteriors.

Les dues passes fonamentals a donar en aquest apartat són les següents:

1. Identificació de les claus estratègiques i estratègies operacionals.
2. Establiment de metes com a elements per sota dels objectius estratègics.

La història, i especialment l'estudi de l'art de la guerra, ha ensenyat (per a sorpresa de tothom) que són sempre els mateixos principis estratègics els que es poden definir com a bàsics per assolir l'èxit (Pümpin, 1982). Molts autors consideren aquests principis estratègics bàsics com a inalienables, tenint en compte que no tots coincideixen cent per cent en tots, es presenten els que generen una més gran unanimitat:

1. Aprofitar les oportunitats que genera la realitat que envolta l'organització, el seu entorn i el mercat.
2. Explotar els punts forts de l'organització i evitar els punts febles, però treballar fortament per aconseguir que aquests punts febles deixin d'existir o bé es minimitzin.

3. Concentració d'esforços per part de l'organització cercant un mateix propòsit.
4. Innovació i millora continua con a tasques irrenunciables.
5. Harmonització d'objectius estratègics definits i recursos a l'abast de l'organització.
6. Aprofitament de les sinergies internes i externes a l'organització, per exemple, considerar els proveïdors com a col·laboradors i no com a elements a exprimir.
7. Perseverança.
8. Simplicitat, moltes vegades les solucions més senzilles són les millors i les més efectives a més de ser les més fàcils d'implementar i les més barates.

Al mateix temps que es defineixen les estratègies corporatives i el seu pla operatiu, cal tenir clar l'abast d'aquestes estratègies operatives i del seu corresponent pla operatiu.

Per definir l'abast de les estratègies corporatives cal explicitar la diferent tipologia d'estratègies i que es poden utilitzar per delimitar les responsabilitats en l'aplicació de cada estratègica particular:

1. La definició del negoci tenint en compte:
 - Les funcions del producte o servei.
 - Segments de públic i àrees geogràfiques.
 - Tecnologies per realitzar productes i serveis.
 - Comparació amb els competidors.
2. Les estratègies de cartera que han de concretar totes les activitats o unitats de negoci que l'organització vol emprendre.
3. Les estratègies competitives genèriques de Porter (Abell, 1980):
 - Lideratge de costos.
 - Diferenciació.
 - Enfocament o concentració en un segment de mercat.
 - Especialista de producte o servei.
 - Especialista de client amb cobertura completa al mercat.

4. Les estratègies de creixement ha de definir les pautes d'actuació quan l'organització s'ha marcat objectius de creixement, definint la sistemàtica de creixement ja siguin a nivell intern o extern.
5. Les estratègies funcionals no es poden considerar com a part de les estratègies organitzacionals pel nivell on s'apliquen, però el pla estratègic les ha de considerar ni que sigui de passada.

Cadascuna d'aquestes estratègies podria ésser desenvolupada més abastament, però inicialment s'ha de considerar que aquesta feina ja no forma part de l'àmbit d'aquesta tesi doctoral, però sí que es poden fer alguns comentaris.

1. Les estratègies de negoci plantejades des d'un enfocament de màrqueting poden considerar que una organització guanya eficàcia si es defineix el seu camp d'activitat en relació a la funció, a la necessitat satisfeta o al producte o servei.
2. Les estratègies de cartera han d'indicar en primera instància les activitats que sobre la cartera de negocis realitza l'organització, com a continuació també s'ha de tenir en compte la cartera de productes i/o serveis i la gestió de les marques. Per poder realitzar aquesta tasca tota organització pot comptar amb una sèrie d'eines de gran importància:
 - La matriu de creixement - participació o matriu del Boston Consulting Group..
 - La matriu de dinàmica competitiva.
 - La matriu de gestió del valor de l'organització.
 - La matriu de direcció de creixement o matriu d'Ansoff.
 - La matriu de posició competitiva.
 - El mètode de posicionament estratègic.
3. Les estratègies competitives genèriques han d'abastar totes les decisions ofensives i defensives que pren l'organització per aconseguir els següents guanys:
 - Atraure clients.
 - Conservar clients.
 - Satisfer les expectatives dels clients.
 - Contrarestar els atacs de la competència.
 - Millora la posició dins del mercat.

4. Les estratègies de creixement considerant un possible creixement intern o bé extern. El desenvolupament intern d'aquestes estratègies implicarà la creació de noves unitats de negoci, la potenciació del negoci actual, la implantació de noves plantes o línies productives, el desenvolupament de nous productes o serveis, la recerca de nous mercats, la creació de noves delegacions, ... Mentre que el desenvolupament extern significarà treballar els següents aspectes:

- Noves polítiques de col·laboració amb agents exteriors.
- Noves polítiques de cooperació amb agents exteriors.
- Possibilitats de desenvolupar franquícies.
- Possibilitats de cercar aliances.
- Possibilitats de realitzar absorcions.
- Possibilitat de realitzar joint ventures.
- Possibilitat de realitzar fusions.

5. Les estratègies funcionals s'han de tenir en compte encara que no es considerin estratègiques, dins d'aquesta tipologia s'hi podrien trobar les estratègies de màrqueting i comercial, les estratègies de producció i fabricació o de realització de serveis, les estratègies de recursos humans, les estratègies d'organització interna i de processos, les estratègies vinculades a l'I+D+i, les estratègies econòmiques i financeres, ...

A l'inici de l'exposició del pla operatiu i de les estratègies corporatives s'havia fet esment de les claus estratègiques i les metes com a elements a definir i tenir en compte, ara es desenvoluparan aquestes dos conceptes fet una atenció especial a la seva possible aplicació a les autoritats portuàries i als ports en general.

Les claus estratègiques constitueixen una relació elaborada de forma exhaustiva i expressa, tenint en compte les característiques de l'organització en general i de l'autoritat portuària en particular, de tots aquells factors crítics que poden constituir una oportunitat per passar a l'acció o una amenaça davant la que cal defensar-se.

Es podria parlar d'una obertura del port a la dinàmica que constitueix el procés estratègic i el començament de la collita dels fruits, dolços o amargs, del que significa l'elaboració i posta en marxa d'un pla estratègic.

La metodologia per establir les claus estratègiques pot ésser múltiple, però convé començar per una exposició funcional, dins de la qual s'identifiquen amb més concreció les claus particulars en un o varis esglaons.

D'aquesta manera pot arribar-se a un llistat com el següent:

1. Claus estructurals: Jurisdicció portuària i organització.
2. Claus funcionals: Funcions, capacitats i serveis portuaris.
3. Claus de l'entorn: Externes (regulacions i desregulacions, demandes de la comunitat, organismes afectats i que generen afectacions) i internes (organització dels serveis, relacions industrials).
4. Claus competitives: Ports, autoritats portuàries i serveis de la competència, tarifes, costos i capacitat competitiva.
5. Claus de mercat: Desenvolupament econòmic regional i capacitat exportadora.
6. Claus macro: Condicions macroeconòmiques, tendències socials, tendències polítiques i legislació.
7. Claus de recursos: capacitat i formació del personal, pressupost, cash flow, banc de dades i capacitat de decisió.

Cadascuna d'aquestes claus, una vegada feta la selecció genèrica, ha de ser estudiada mitjançant algun procediment metodològic de representació espacial comparativa, com per exemple la figura 1.14 o bé de tipus iteratiu, cercant establir la importància, quantificada d'alguna manera, de la clau en qüestió pel port considerat i per la seva autoritat portuària.

També pot estudiar-se l'evolució de les claus des del punt de vista del binomi amenaça/oportunitat.

Per exemple, si es tracta de la clau estratègica corresponent a la demanda de serveis addicionals per part de línies de navegació, en relació amb la posició competitiva del port, s'haurà de reunir informació sobre els següents temes:

1. Segment de carregament afectat.

2. Composició de flotes.
3. Codis de conducta.
4. Participació en el benefici dels armadors.
5. Anàlisi dels ports competidors.

L'estimació i avaluació de la competitivitat del port en aquest camp pot ésser establida a partir de factors que seran considerats fonamentals pel port. Com a exemple en aquest cas es poden considerar:

1. Probabilitat de la demanda addicional de serveis.
2. Probabilitat d'accions per part de ports competidors amb serveis de més qualitat o a un cost inferior.

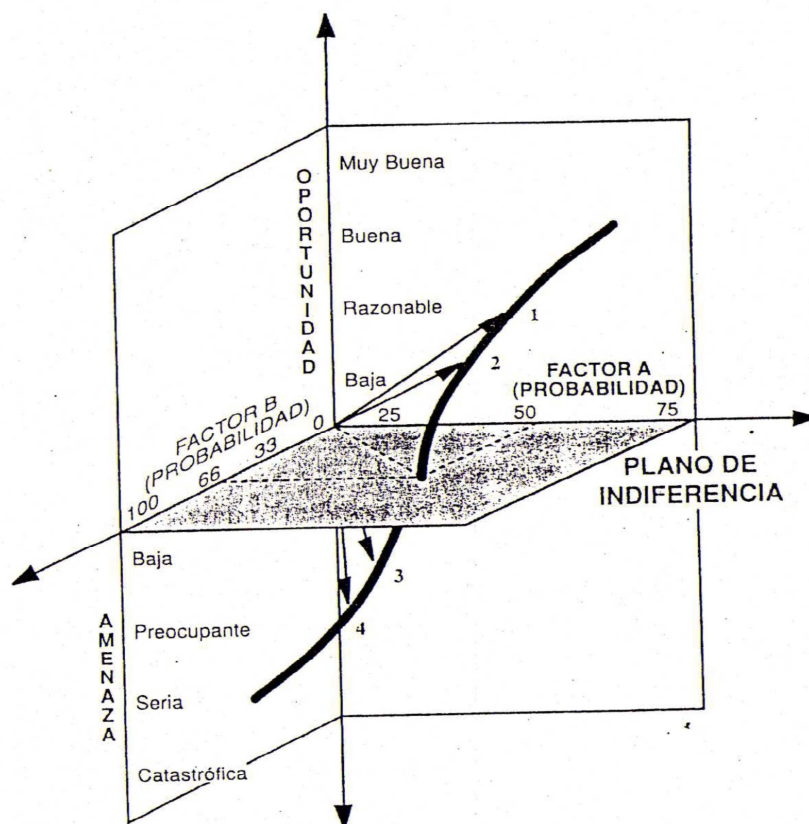


Figura 1.14. Representació espacial de factors de probabilitat (Enríquez, 2000).

Passant ja al segon aspecte presentat: les metes, que s'ha explicitat que la seva situació és per sota dels objectius estratègics, cal plantejar-se que per poder establir les metes és precís, en principi, identificar per cada clau un conjunt de problemes i opcions, de forma que representin una presa de consciència inicial de l'organització. L'establiment de metes adequades implicarà un moviment en esglaó que ha de permetre a l'organització de millorar respecte a les oportunitats i amenaces.

A continuació s'han de definir les components d'aquest esglaó, que signifiqui un augment de les oportunitats o una disminució de les amenaces, en un grau que permeti la seva discussió i avaluació dins dels escenaris de futur a curt, mitjà i llarg termini en que es plantegi el desenvolupament de l'organització.

Com qualsevol elecció humana s'ha de fer front a la subjectivitat que també es dona en els planificadors, considerant que hi pot haver una tendència natural a desenvolupar opcions favorites abans d'explorar al detall altres alternatives possibles i factibles. Però l'obstacle més important és possible que es trobi dins dels temors que provoquen en els planificadors components institucionals o polítiques, especialment quan es treballa en ambients portuaris o d'institucions portuàries.

La definició de cada meta ha d'haver estat precedida com a mínim d'estudis i consideracions referents a:

1. Descripció dels problemes polítics (de política portuària) i del mercat relacionat.
2. Línies principals de millora tècnica a adoptar.
3. Ordre de magnitud dels costos i els beneficis estimats.
4. Repercussions a l'organització.
5. Temps estimat de posada en pràctica.

Com exemple d'aquest procés es poden exposar una sèrie de metes amb la seva definició corresponent, que porten implícites diversos conceptes que s'utilitzaran en la implementació de les accions:

1. Definir un paquet intermodal: Amb la consideració dels recursos propis i aliens, el port i l'autoritat portuària poden realitzar una funció d'agent i/o corredor públic, assistint a les companyies privades en el seus esforços per captar mercat.
2. Reforçar el màrqueting portuari: Es poden emprendre accions amb l'objectiu de donar un tracte preferencial a clients singulars, detectar nínxols de mercat on exercir les competències del port i de la comunitat portuària, estudiar la conjunció dels modes marítim i terrestre del transport.
3. Flexibilitzar les tarifes: Considerar les necessitats i exigències específiques de cada client en el moment d'aplicar les tarifes, tenint en compte l'elasticitat de la demanda i el nivell esperat dels ingressos.
4. Reduir els costos operatius: Tractar de reconduir l'estructura organitzativa, eliminar funcions no essencials, estimular la productivitat del staff.
5. Assolir el suport públic: Actuar tant en el plànol financer com en el mediambiental, assolint la comprensió de la comunitat portuària i del medi social que convisqui proper al port.

L'estimació dels costos i els beneficis ha d'incloure també els de tipus socioeconòmic sense pretendre realitzar una avaluació matemàtica rigorosa, donats els components subjectius que implica el tema. La intenció seria inicialment tractar d'establir si determinats factors favorables a llarg termini poguessin compensar efectes financers desfavorables pel port a curt termini. Aquí entrarien en joc de manera molt important els propòsits enunciats a la missió.

Confeccionant d'aquesta manera un paquet de metes, es pot passar al següent pas que és l'elecció de les òptimes o de les més indicades, en aquesta tasca serà d'importància vital la qualitat de la informació utilitzada així com el seu encaix dins de les claus estratègiques corresponents.

Com un exemple del resultat que es pot assolir, s'exposa la resposta de l'elecció de metes a una clau estratègica determinada.

1. Clau estratègica: Atendre les exigències del futur desenvolupament físic del port i de l'autoritat portuària.

2. Metes: Desenvolupar un pla per localitzar la ubicació adequada d'instal·lacions pel tràfic de mercaderies perilloses. Desenvolupar unes recomanacions pel disseny futur de terminals polivalents.

No s'ha de descartar el fet que al llarg de la formulació del Pla Operatiu s'hagi de retocar la definició de la missió. Aquesta forma de procedir forma part del dinamisme que, com a propietat fonamental de l'estratègia, s'implementa a tots els nivells del procés planificador que s'aplica a una organització.

1.2.13. Les accions i les decisions operatives:

El darrer apartat de l'esquema del planejament estratègic el constitueixen les accions i les decisions concretes a desenvolupar per posar en marxa el pla estratègic.

Tenint en compte la seva major o menor concreció en el temps i en l'espai, les accions es pot considerar que es divideixen en:

1. Estratègies objectivables.
2. Estratègies quantificables.

Ambdues tenen en comú que són perfectament capaces de proporcionar accions concretes dins de la dinàmica del pla estratègic. La diferència es pot assegurar que és deguda a l'existència d'un matis numèric.

Quan es defineix una estratègia objectivable es tracta d'emprendre una acció no quantificable en principi, però que té un objectiu precís i determinat, assolint en el temps, tampoc amb una estimació precisa inicial, la possibilitat, mitjançant un resultat numèric, d'ésser objectivada. Són els objectius típics del comportament estratègic del que s'ha parlat en diverses ocasions.

Quan s'estableix un objectiu quantificable s'està parlant del clàssic objectiu de la planificació formal, que des d'un inici es troba quantificat i temporalitzat. El fet que els objectius es situïn al final del procés no provoca que la seva importància decreixi i l'assoliment d'aquests objectius, de tots o d'algun d'ells, pot ésser molt important per l'organització. Però la seva obtenció deficient o fins i tot el seu fracàs no ha de significar un llast pel comportament estratègic i l'èmfasi que es posi en l'acompliment mai estarà per sobre dels valors essencials de l'organització expressats en la seva missió.

Per aclarir pràcticament aquesta diferència, s'indiquen a continuació alguns exemples de la distinció entre unes i altres a nivell de ports en general i d'autoritats portuàries en particular:

1. Estratègia objectivable: Establir un programa per identificar i atraure noves línies al port i retenir les existents.
2. Objectiu quantificable: Instrumentar un programa de màrqueting per assolir que en tres anys el port manipuli més containers en tota la seva àrea d'influència.
3. Estratègia objectivable: Identificar les mercaderies perilloses que manipula o pot manipular el port.
4. Objectiu quantificable: Establir en un any un pla de seguretat per a les àrees de segregació de mercaderies perilloses.
5. Estratègia objectivable: Accelerar el cobrament de les factures portuàries.
6. Objectiu quantificable: Mantenir un fons de maniobra equivalent a tres mesos de despeses operatives.

Anteriorment s'havia posat un exemple de jerarquia entre claus estratègiques i metes. Com a continuació d'aquest exemple s'exposen algunes de les estratègies objectivables i objectius quantificables que podrien formar part de cadascuna de les metes indicades:

1. Meta a: Estratègies / Objectius – Identificar les instal·lacions amb tràfic de mercaderies perilloses i determinar quines són incompatibles amb el pla de gestió del risc. – Determinar les condicions per a re situar les instal·lacions i desenvolupar i posar a punt un pla a tal efecte.
2. Meta b: Estratègies / Objectius – Determinar el tipus de mercaderia que de forma fraccionada però inutilitzada es mourà pel port en un horitzó determinat. – Desenvolupar normes de disseny per a terminals polivalents que serveixin al tràfic especificat, basant-se en regles comuns i en les exigències específiques de cada tipus de mercaderia. – Desenvolupar les normes de tarificació per a les esmentades terminals polivalents, a partir de les tarifes generals existents i tenint en compte les exigències específiques.

De nou la dinàmica estratègica estarà amatent per, sense traumes organitzatius ni personals, permetre la conversió d'una estratègia quantificable en un veritable objectiu quantificat, o per deixar de banda la precisió inassolible d'un objectiu quantificat i transformar-lo en una estratègia quantificable, més fluida i flexible, de forma que l'èxit o el fracàs no depengui d'una rígida apreciació numèrica.

Per desenvolupar les accions i decisions operatives cal desenvolupar un procediment. Els apartats anteriors contenen una detallada exposició dels estudis precisos per assolir la plenitud del pla estratègic. Tot aquest procés s'ha d'emmarcar dins d'un escenari formal que, com element auxiliar, estableixi els successius graons, més o menys jerarquititzats, que ajudin a una sistemàtica obtenció de l'assoliment perseguit. Aquesta seqüència és la que es pretén descriure sota la denominació de procediment.

Cal considerar prèviament que en primer lloc s'ha de tenir en compte una sèrie de directrius bàsiques absolutament necessàries per a l'assoliment d'un pla eficaç.

Són, entre d'altres:

1. Preguntar en què consisteix el pla estratègic.
2. Definir el perquè es recomana la seva formulació.
3. Definir quines són, genèricament parlant, els seus objectius.
4. Preguntar quant costarà, en temps i diners, la posta en pràctica del pla estratègic.

Amb antelació o bé simultàniament amb aquestes preguntes és necessari que:

1. La direcció del port el vulgui portar a terme.
2. L'equip de direcció tingui l'adequat nivell professional per a la seva implantació.
3. El port ha de tenir controlat el seu quefer diari.

El compromís amb la planificació estratègica s'ha demostrat bàsic en el desenvolupament de tot el pla estratègic des de l'inici fins al final, doncs en l'etapa d'accions operatives i desenvolupament de procediment això també és així. La iniciativa per emprendre la planificació estratègica ha de partir de la direcció de l'organització o del port, ja sigui del director general,

del consell o del president, o de forma consensuada de tots, amb el ferm compromís d'esmerçar esforços en aquesta planificació estratègica i estant d'acord des del principi en el procés a seguir i en els objectius a assolir.

La direcció l'organització o del port fa front a la tasca diària de la gestió amb les seves complexitats operatives i de competència. La seva tasca pot veure's obstaculitzada i desbordada si les decisions no són avaluades i engegades dins d'un marc ordenat. Aquest és precisament l'instrument que el pla estratègic ofereix.

Per la seva part, la direcció pot aportar, prèviament a la formulació del pla, les dades referents als interessos del sector privat, el que és essencial per definir el procés de planificació i els seus propòsits essencials. La seva aportació és fonamental per assenyalar les directrius i per establir un enfocament de futur al procés de presa de decisions de l'organització o del port.

Abans de començar la tasca d'establiment del pla s'ha de prendre la decisió següent: conèixer si l'organització buscarà assistència externa durant el desenvolupament del mateix o bé farà la totalitat del procés amb el seus propis recursos. Aquestes dues alternatives, fins i tot la que representa una assistència parcial externa, han estat posades en pràctica per diverses organitzacions. La decisió depèn de diversos factors, tals com les característiques de l'organització, la naturalesa del staff i la seva capacitat per portar a terme aquesta tasca. En el cas de l'existència d'un staff amb temps, experiència i mitjans, no existeix cap motiu per encarregar a una assistència externa aquesta tasca.

Si el staff no té excessiva experiència en planificació, l'assistència d'una consultoria externa pot aportar direcció i objectivitat al procés. De totes maneres és essencial que el staff es vegi involucrat en el procés, doncs de el staff sortiran totes les dades essencials per a la planificació i el darrer terme serà el responsable de la posta en marxa.

En ambdós casos i donada que la planificació estratègica és, per definició, un procés continu, és necessari que al menys un membre de el staff exerceixi les funcions de coordinació i gestió de l'impuls del procés.

Al començament de la planificació és necessari identificar les tasques individuals o esglaons per assolir la seva progressió lògica. Poden utilitzar-se instruments de planificació com el PERT i exposar els resultats en un gràfic descriptiu.

En el cas d'haver decidit portar a terme el pla sense assistència externa, és necessari assignar a la tasca de desenvolupament del pla un grup específic de el staff a temps complet, mentre que l'assistència d'una consultoria exigirà lògicament menys dedicació per part dels recursos humans de l'organització.

Com activitat inicial imprescindible es configura la recopilació de dades, informació que s'ha de recollir, en el cas d'una autoritat portuària, dels competidors, de les línies de navegació, de les rutes comercials, de les mercaderies, dels mercats primaris, de la situació potencial i financera del port i de la seva autoritat portuària, dels avenços tecnològics en equips i en procediments de manipulació de mercaderies i dels sistemes de gestió disponibles. Aquest procés s'ha de portar a terme de forma continua durant un temps suficientment dilatat.

A continuació s'ha de procedir, abans del començament formal del procés, a l'anàlisi de les dades recollides, avaluant elements tals com costos d'estructura i capacitats de la competència, tendències en els modes de transport, canvis qualitatius i quantitatius de la mercaderia, tendències en la participació del mercat, demandes variables de la indústria i fluctuacions en el comerç i en l'economia. Aquesta anàlisi ajudarà a identificar les claus estratègiques i a desvetllar les amenaces i les oportunitats amb les que s'ha d'enfrontar l'autoritat portuària i el port.

Després de la identificació de les tasques s'ha de procedir a l'assignació de les mateixes als directius responsables de l'assoliment final del pla. Per tant, és important que des del principi s'adquireixi una clara mentalitat estratègica essent el seu fonament mirar al futur de l'autoritat portuària i del port tenint en compte les metes i els objectius a llarg termini, a través d'una profunda comprensió del seu estat actual en un entorn en ràpid canvi.

La direcció ha d'estar preparada inicialment per definir les activitats primàries a realitzar i els serveis a oferir i a qui oferir-los, és a dir, la direcció ha d'estar preparada per definir la missió. A més, haurà d'investigar i suggerir l'obtenció sistemàtica de la informació precisa per controlar el procés i la seva eficàcia progressiva. Totes les seccions de el staff s'han d'involucrar en aquesta part del procés, per assolir la seva màxima efectivitat. D'aquesta manera s'haurà de procedir en l'àmbit d'una autoritat portuària a:

1. El màrqueting serà responsable de la informació sobre els competidors, les línies marítimes, les rutes comercials, les mercaderies i la seva previsió qualitativa i quantitativa.

2. L'enginyeria serà responsable d'avaluar els nous avenços tecnològics en disseny de terminals, projecte i construcció d'infraestructures i disseny i eficàcia d'equips de manipulació.
3. L'explotació donarà informació sobre els nous sistemes de manipulació i emmagatzematge de mercaderies i sobre la consecució de l'eficàcia i l'eficiència en les operacions.
4. La secció financera serà responsable de la informació referent a la situació econòmica del port.

Amb independència que el staff de planificació analitzi i realitzi les corresponents correlacions amb tota aquesta informació per formar un conjunt de dades manejable, els directius suggeriran, en grup o de forma individual, les claus estratègiques principals amb les que s'enfronta l'autoritat portuària i el port i els efectes en la seva posició competitiva i en les seves operacions.

1.3. Antecedents històrics de les sèries temporals:

La metodologia actual per analitzar sèries temporals és, com acostuma a passar en la història de l'estadística, la confluència i evolució de diverses línies de treball desenvolupades en diferents camps científics. En el cas de les sèries temporals és possible identificar cinc camps de treball principals (Peña, 2010).

El primer té les seves arrels en els estudis de sèries astronòmiques i climàtiques, que van donar lloc a la teoria dels processos estocàstics estacionaris, desenvolupada pels matemàtics Andrei Nikolaevich Kolmogorov (25 d'abril de 1903 – 20 d'octubre de 1987, Rússia), Norbert Wiener (26 de novembre de 1894 – 18 de març de 1964, EEUU) i Harald Cramer (25 de setembre de 1893 – 5 d'octubre de 1985, Suècia) durant la primera meitat del segle XX.

El segon és el desenvolupament dels mètodes d'allisat, inventats per investigadors operatius amb l'objectiu de preveure sèries de producció i vendes en la dècada dels 60 del segle passat, aprofitant les facilitats de càlcul aportades pels primers ordinadors.

El tercer seria la teoria de la predicció i control de sistemes lineals, desenvolupada en enginyeria de control i automàtica durant els anys 70 del segle passat, i estimulada pel desenvolupament de l'enginyeria aeronàutica i espacial.

El quart és la teoria de processos no estacionaris i no lineals desenvolupada per estadístics i altres experts en sèries econòmiques durant els darrers vint anys del segle XX.

Finalment, el cinquè i darrer camp són els models multivariants i els mètodes de reducció de la dimensió en sistemes dinàmics que es troba en fase de desenvolupament.

Com a conclusió, els mètodes disponibles en l'actualitat per l'anàlisi de les sèries temporals es deuen a les investigacions de matemàtics, estadístics, enginyers, físics i economistes durant el segle XX per resoldre problemes de predicció i control de variables i sistemes dinàmics.

Les primeres sèries temporals estudiades corresponien a dades astronòmiques i meteorològiques. El matemàtic Pierre-Simon Laplace (23 de març de 1749 – 5 de març de 1827, França), professor de Napoleó que va actuar com a ministre del interior, va analitzar l'any 1823 l'efecte de les fases de la Lluna sobre les marees i els moviments de l'aire en la Terra.

Per estudiar aquest segon efecte, va considerar la relació entre les fases de la Lluna i la pressió baromètrica, mitjançant una sèrie de vuit anys de tres mesures diàries de la pressió baromètrica de París. Laplace va ajustar una funció sinusoidal a aquestes dades, però els seus resultats no van ésser correctes perquè no va tenir en compte la dependència temporal de les observacions.

Després de la invenció del mètode de mínims quadrats per Johann Carl Friedrich Gauss (30 d'abril de 1777 – 23 de febrer de 1855, Alemanya) i Adrien-Marie Legendre (18 de setembre de 1752 – 10 de gener de 1833, França) a principis del segle XIX, es realitzen diversos ajustaments de funcions sinusoidals a dades astronòmiques per detectar possibles periodicitats. Un avanç important en aquesta direcció fou responsabilitat de Franz Arthur Friedrich Schuster (12 de setembre de 1851 – 17 d'octubre de 1934, Alemanya – Gran Bretanya), físic britànic que va proposar l'any 1898 representar l'amplitud d'ona ajustada a dades d'espectres físics en funció de la freqüència utilitzada, batejant aquest gràfic com a periodograma.

La fonamentació matemàtica del periodograma prové dels treballs del matemàtic francès Jean-Baptiste Joseph Fourier (21 de març de 1768 – 16 de maig de 1830, França) que va demostrar a principis del segle XIX que tota funció periòdica pot representar-se com suma de funcions sinusoidals.

El descobriment del concepte de regressió per Francis Galton (16 de febrer de 1822 – 17 de gener de 1911, Gran Bretanya), cosí de Darwin i investigador molt destacat en molts camps, i del coeficient de correlació per Karl Pearson (27 de març de 1857 – 27 d'abril de 1936, Gran Bretanya), permeten la utilització d'aquestes idees per analitzar l'evolució i estudi d'una sèrie temporal.

L'estadístic britànic George Udny Yule (18 de febrer de 1871 – 26 de juny de 1951, Gran Bretanya), introductor del coeficient de correlació múltiple i dels coeficients d'autocorrelació parcial, va implementar aquestes idees a les sèries temporals proposant els processos autoregressius l'any 1927 per explicar la sèrie de les taques solars. Aquell mateix any, l'estadístic rus Evgeni Evgenievich Slutsky (7 d'abril de 1880 – 10 de març de 1948, Rússia) va descobrir que al prendre mitjanes mòbils en una sèrie es generen artificialment periodicitats i va estudiar els processos de mitjana mòbil per representar els cicles econòmics.

Aquests avanços porten a la formalització del concepte de sèrie temporal com a procés estocàstic estacionari, aquesta formalització es deu al matemàtic rus Andrei Nicolaevich Kolmogorov, que és també el creador de la fonamentació axiomàtica de la probabilitat i dels processos estocàstics. A més, Kolmogorov estén l'anàlisi del seu compatriota Andrei

Andreyevich Markov (14 de juny de 1856 – 20 de juliol de 1922, Rússia), i estudia els processos amb un comportament futur que, conegut el present, no depenen del passat; aquests processos es coneixen actualment com a processos markovians.

La primera solució general al problema de la interpolació i la predicció de sèries temporals per a processos estacionaris es deu a Norbert Wiener en el MIT de Boston, Andrei Nicolaevich Komogorov treballant a Moscou entre els anys 1939 i 1942. Com no podia ser d'una altra manera, aquests descobriments es van considerar de gran importància militar, per tant, es van mantenir en secret durant la Segona Guerra Mundial i no es van difondre entre la comunitat científica internacional fins a la dècada dels 50 del segle passat.

La generalització de l'anàlisi de Fourier per representar processos estacionaris es deu a la matemàtica sueca Harald Cramer. Un estudiant seu, Herman Ole Andreas Wold (25 de desembre de 1908 – 16 de febrer de 1992, Suècia) va descobrir en la seva tesi doctoral el 1938 la representació general d'un procés estacionari com una mitjana mòbil infinita.

En els anys posteriors a la Segona Guerra Mundial l'estadístic britànic Maurice Stevenson Bartlett (18 de juny de 1910 – 8 de gener de 2002, Gran Bretanya) va estudiar les propietats mostrals de les autocorrelacions de processos estacionaris, establint les seves bases l'any 1946. A més, els treballs de Maurice Stevenson Bartlett i de l'estadístic nord-americà John Wilder Tukey (16 de juny de 1915 – 26 de juny de 2000, EEUU), a qui es deuen enormes contribucions en d'altres camps, va presentar les bases de l'anàlisi espectral modern. Maurice Stevenson Bartlett va introduir la idea fonamental de suavitzar el periodograma i John Wilder Tukey, des dels laboratoris de la companyia telefònica Bell als Estats Units, inventa amb James W. Cooley (18 de setembre de 1926, EEUU) la transformada ràpida de Fourier per calcular de forma efectiva l'espectre (Cooley i Tukey, 1965).

Altres contribucions importants al camp espectral son degudes al nord-americà Emanuel Parzen (21 d'abril de 1929, EEUU), que va desenvolupar l'estimació consistent de l'espectre mitjançant finestres; al japonès Hirosugu Akaike (5 de novembre de 1919 – 4 d'agost de 2009, Japó), que va proposar l'estimació de l'espectre ajustant models AR llargs, i al britànic Peter Whittle (27 de febrer de 1927, Nova Zelanda), que va introduir els procediments d'estimació de mínims quadrats basats en l'espectre.

L'aparició de l'ordinador impulsa un desenvolupament de mètodes de predicció per a sèries reals no estacionàries basats en mètodes heurístics. Charles C. Holt (21 de maig de 1921 - 13 de desembre de 2010, EEUU) (1957) i Winters (1960) van introduir els mètodes d'allisat

exponencial, que tenen molta repercussió en les aplicacions pràctiques de la predicció. La unió dels mètodes d'allisat exponencial i el processos estocàstics s'estableix com el treball de John F. Muth (27 de setembre de 1930 - 23 d'octubre de 2005, EEUU) (1960), que va demostrar que els mètodes d'allisat eren òptims per un tipus especial de procés ARIMA, i, sobretot, per les investigacions que van portar a terme durant els anys 60 els britànics G.E. Box (18 d'octubre de 1919 - 20 de març de 2013, Gran Bretanya) i G. Jenkins (12 d'agost de 1932 - 10 de juliol de 1982, Gran Bretanya), que estudien el problema de la predicció i el control de sèries temporals industrials. Fruit de les seves investigacions és un seu conegut llibre (Box i Jenkins, 1970) que marca una fita en l'anàlisi de les sèries temporals al presentar una metodologia unificada per estudiar sèries estacionàries i no estacionàries, estacionals o no, i aplicar aquests models de manera pràctica. A més, aquests autors desenvoluparen els fonaments estadístics dels sistemes de control.

Paral·lelament al treball estadístic de Box i Jenkins durant els anys 60, els matemàtics i enginyers desenvoluparen un plantejament general per modelar, preveure i controlar sistemes dinàmics lineals. Aquest plantejament explica l'evolució de les variables observades en funció d'altres variables no observades, que caracteritzen la dinàmica del sistema, i que s'anomenen variables d'estat.

Rudolf E. Kalman (19 de maig de 1930, Hongria) i Bucy van presentar el 1962 un procediment mínim quadràtic general per estimar les variables d'estat i preveure les observacions futures en sistemes lineals, avui en dia conegut com a filtre de Kalman. Aquest algoritme generalitza resultats previs que havien aparegut per resoldre casos particulars i s'introdueix en l'estadística gràcies als treballs de Harrison i Stevens (1976), que presenten una forma alternativa de modelar les sèries temporals mitjançant la formulació en l'espai dels estats i en l'enfocament bayesià.

L'enfocament en l'espai dels estats ha estat continuat per Masahiko Aoki (1 d'abril de 1938 - 15 de juliol de 2015, Japó - EEUU) (1987) i pels britànics M. West (veure West i Harrison, 1989) i A. Harvey (veure Harvey, 1989) i els seus col·laboradors. Aquests models van aparèixer com una forma de modelar sèries temporals contraposada als models ARIMA proposats per Box i Jenkins, però en l'actualitat es reconeix el caràcter complementari d'ambdues formulacions. L'ajust de models autoregressius a sèries reals va plantejar el problema de com seleccionar l'ordre del model. H. Akaike (1919), el més cèlebre estadístic japonès, va plantejar de forma general aquest problema proporcionant una solució elegant i simple utilitzant conceptes de la teoria de la informació, el criteri AIC (Akaike, 1976). El seu treball, realitzat inicialment per

resoldre un problema de sèries temporals, ha tingut una influència enorme en totes les àrees de l'estadística.

Una de les contribucions fonamentals de Box i Jenkins va ser la introducció dels processos integrats, que es converteixen en estacionaris prenent diferències. Tanmateix, la teoria d'aquests processos es desenvolupa posteriorment, durant els anys 80 i 90.

Un avanç significatiu apareix a la tesi de David Dickey (1945), dirigida per Wayne Fuller (15 de juny de 1938, EEUU), que desenvolupa la teoria dels processos integrats de primer ordre i proposa un contrast d'arrels unitàries (Dickey i Fuller, 1981). La teoria dels processos integrats s'ha anat complementant durant la darrera dècada del segle XX, tant des del camp de l'estadística com des del camp de l'econometria.

L'estudi de processos no estacionaris vectorials porta al concepte de cointegració, que es defineix com la presència de combinacions lineals de sèries no estacionàries que formen un procés estacionari. Aquesta possibilitat va ser inicialment estudiada per Box i Tiao (1977), en un treball pioner de gran importància, i establida per Granger i Engle (1987), en una contribució amb gran impacte en l'economia i que va valdre a aquests autors el Premi Nobel d'Economia l'any 2003.

A més, Robert Engle (10 de novembre de 1942, EEUU) introdueix l'any 1982 el model ARCH, amb una variància futura que varia en funció dels valors passats de la sèrie i que ha estat generalitzat per nombrosos autors. Una altra línia important durant els anys 80 i 90 ha estat l'estudi dels models no lineals, on s'ha de ressaltar el treball de H. Tong, amb els autorregressius per llindars, Priestley amb els seus models generals, els bilineals de Granger i altres i els models de memòria llarga introduïts durant els anys 60 per a dades hidrològiques per Mandelbrot i els seus col·laboradors.

Un cas especial de no linealitat és la presència de valors atípics. Fox (1972) va introduir els dos tipus bàsics de valors atípics en sèries estacionàries, i George Tiao (1933) i Ruey Tsay (1951) i els seus col·laboradors van proposar altres classes d'atípics i van dissenyar mètodes eficients per modelar sèries amb aquests efectes.

L'estudi de les relacions dinàmiques entre sèries s'ha realitzat amb cert retràs respecte a les anàlisis univariants. La introducció de retards en les relacions dinàmiques entre dues sèries es deguda a R.A. Fischer (17 de febrer de 1890 - 29 de juliol de 1962, Gran Bretanya, Australia), que l'any 1923 va estudiar la dependència de la producció de blat i la pluja a l'estació agrària de

Rothamsted (Anglaterra). Per representar el possible retards va introduir, per primera vegada, el que avui en dia es coneix com equació de regressió dinàmica.

Paral·lelament, Irving Fischer (27 de febrer de 1867 - 29 d'abril de 1947, EEUU) l'any 1925 va introduir els retards per descriure les relacions entre variables econòmiques. La generalització d'aquestes idees per construir funcions polinòmiques de retards que poden estimar-se per mínims quadrats és deguda a Shirley Almon (1935 - 1975, EEUU) (1965).

Un treball pioner sobre les sèries temporals multivariants és responsabilitat de Maurice Henry Quenouille (1924 – 1973), que va desenvolupar mètodes molt avançats per a la seva època per a l'estudi de sèries multivariants. Edward Hannan (1921 - 7 de gener de 1994, Austràlia) (1980) va estudiar les sèries temporals multivariants i Hannan i Deistler (1988) van estudiar les sèries temporals multivariants en l'espai dels estats.

Arnold Zellner (2 de gener de 1927 - 11 d'agost de 2010, EEUU) i Franz C. Palm (1974) van relacionar la teoria dels models ARIMA vectorials amb els models econòmics dinàmics desenvolupats anys abans.

L'any 1980 Tiao i Box van proposar un mètode general per construir models ARIMA vectorials i durant els darrers 25 anys s'han fet avanços importants en els procediments per reduir la dimensió dels vectors de sèries i modelar la seva dependència temporal.

2. Material i metodologia: Els Plans Estratègics i el tractament de sèries temporals.

En aquest capítol s'exposaran els plans estratègics dels ports objectes d'estudi, tenint en compte els conceptes bàsics que defineixen un pla estratègic: la missió, la visió, els valors i els compromisos. Posteriorment es presentarà de manera resumida la metodologia escollida pel tractament estadístic de dades corresponents a les sèries temporals del tràfic portuari dels ports objecte d'investigació en aquesta tesi doctoral: es tracta de la metodologia Box-Jenkins en dues vessants, considerant la sèrie original i considerant la sèrie amb dades atípiques. Al mateix temps es farà, també, una petita presentació del llenguatge de programació R que és l'escollit per desenvolupar informàticament el desenvolupament estadístic que s'utilitzarà per fer el tractament de les dades de tràfic registrades per les diferents autoritats portuàries.

En la segona part del capítol es presentaran les sèries de dades històriques del tràfic portuari que seran objecte d'un exhaustiu anàlisi i de presentació de resultats en el capítol 3, per finalitzar presentant els scripts en llenguatge R usats per a l'anàlisi d'aquestes sèries de dades històriques especificant només les quatre tipologies de scripts que s'han formalitzat.

2.1. Els plans estratègics port a port:

2.1.1 Pla Estratègic del Port de Barcelona:

Durant els darrers anys s'ha portat a terme el desenvolupament del I (1998 - 2010) i II (2003 - 2015) Pla Estratègic del Port de Barcelona, aquest any 2015 s'ha presentat el III Pla Estratègic del Port de Barcelona 2015 - 2020. De tota aquesta informació es presentaran les definicions més importants que ha de tenir un pla estratègic.

La missió:

D'acord amb el Pla Estratègic del port de Barcelona, la missió es defineix de la següent manera:

“Contribuir a la competitivitat dels nostres clients mitjançant la prestació de serveis eficients que responguin a les seves necessitats de transport marítim, distribució terrestre i serveis logístics”.

Segons la definició que es pot trobar a la pàgina web del port de Barcelona, la missió es defineix de la següent manera:

“Liderar el desenvolupament del Port de Barcelona, generar i gestionar infraestructures i garantir la fiabilitat dels serveis per contribuir a la competitivitat dels seus clients i crear valor per a la societat”.

Segons la nota de premsa publicada el passat 12 de febrer de 2015, la definició queda com segueix:

“Contribuir a la competitivitat dels clients del Port mitjançant la prestació de serveis eficients que responguin a les seves necessitats de transport marítim, transport terrestre i serveis logístics”

En les tres versions del pla estratègic s’han conservat i s’han consolidat les definicions de missió i de visió com a elements cabdals per al desenvolupament de l’estratègia del port de Barcelona i de la seva autoritat portuària.

Tot i que s’hagi especificat de diferent manera, la missió continua essent vàlida i tenint les mateixes idees de fons.

La idea principal és donar un tracte personalitzat tenint en compte els següents aspectes (se segueix citant el Pla Estratègic del port de Barcelona):

1. Complicitat amb el client: El port està orientat a satisfer les necessitats del client.
2. Eficiència operativa: Treballar conjuntament amb altres protagonistes del transport per a la millora de processos, i per a una oferta integrada que faci eficient el conjunt dels serveis realitzats.
3. Excel·lència dels serveis: El pla de qualitat determina l’excel·lència dels nostres serveis i, per tant, s’ha de promoure internament i externa per satisfer els clients.
4. Innovació: Cal oferir un valor afegit al bon servei que presta el port, un valor que dependrà de la nostra capacitat d’innovació.

5. Cooperació dins de la Comunitat Portuària: Rendibilitzar al màxim la concentració d'activitats en el port gràcies a la cooperació.

Com a possible crítica a aquesta definició de la missió del port de Barcelona, cal indicar que l'actual normativa de qualitat ISO 9001:2015 i ja anteriorment la ISO 9001:2008, indica que un dels objectius principals de qualsevol organització és el de donar resposta a les necessitats dels clients, tenint en compte les necessitats presents, però també i molt especialment, tenint en compte les necessitats futures i també sobrepassar amb aquesta resposta a les necessitats entrant en l'àmbit de les expectatives. És a dir, segons els actuals manuals de qualitat les organitzacions han de superar les expectatives dels seus clients amb innovació, amb investigació, amb desenvolupament i amb recerca, ja que en cas contrari segur que ho farà algun altre competidor i s'acabaran perdent els clients.

Seguint amb els actuals manuals de qualitat, en els punts anteriors s'ha fet referència a millora de processos, a oferta integrada i a valor afegit. En aquests aspectes rauen alguns dels punts forts de qualsevol organització: s'ha de millorar contínuament el que fa l'organització portuària, qualsevol definició de procés des d'un punt de vista qualitatiu porta implícitament el concepte valor afegit, no es pot parlar de procés dins d'una organització si el que es considera com a tal no genera valor de forma directa o indirecta, tot el que faci qualsevol organització ha de generar valor ja que d'altra manera es portarien a terme tasques que no servirien a l'objectiu final, i finalment, en totes les organitzacions, i això el port de Barcelona ho considera: s'ha de tenir en compte el concepte de transversalitat, s'ha de treballar en equip per sumar sinergies, s'ha de treballar de forma cooperativa per millorar rendibilitats.

La visió:

D'acord amb el Pla Estratègic del port de Barcelona, la visió és:

“S'ha de donar un primer pas per a la definició de l'Objectiu Estratègic: la Comunitat Portuària s'ha plantejat el Port del Futur. Això ha provocat l'elecció d'un escenari ambiciós i factible alhora: Barcelona ha de ser el primer port logístic del sud d'Europa i del Mediterrani, i ha d'incloure dues grans funcions que assegurin serveis integrats a la mercaderia i a la unitat de càrrega:

1. Centre intermodal.
2. Plataforma de distribució i aprovisionament.”

Una altra definició de la missió feta de forma més resumida queda de la següent manera:

“El Port solució d’Europa a la Mediterrània”.

Durant l’especificació dels plans estratègics dissenyats pel port de Barcelona i la seva autoritat portuària també es fa menció als requeriments de la visió:

“El Port de Barcelona ha d’evolucionar cap a la prestació de productes integrats d’acord amb les necessitats de transport i la logística amb una alta presència de les noves tecnologies”.

En l’especificació de la missió es reitera la necessitat de donar un servei integral, però s’hauria de fer més èmfasi en les necessitats futures i en la superació de les expectatives dels clients. Aquest és un aspecte especialment important en l’àmbit portuari on històricament moltes de les empreses que hi actuaven tenien una forma de fer monopolística o oligopolística, ha estat tasca fonamental de les administracions aconseguir que aquesta forma d’actuar quedés en el passat. També es té en compte la utilització de les noves tecnologies, tot i que a data d’avui encara hi ha molt de camí per millorar, només cal pensar en la utilització de gran quantitat de paper en diverses gestions portuàries que encara no s’ha resolt com fer la seva gestió informàtica.

Els valors:

1. Valoració i compromís de les persones
2. Gestió ètica i professional
3. Orientació al client
4. Responsabilitat social
5. Innovació.

Des del I Pla Estratègic del Port de Barcelona al III Pla Estratègic l’evolució ha estat la següent, d’acord amb el publicat pel mateix port:

Síntesi del I Pla Estratègic:

D'acord amb la publicació feta per Port de Barcelona, el Pla Estratègic es pot sintetitzar mitjançant les següents frases:

1. El Port de Barcelona vol ser el principal hub logístic euromediterrani.
2. El Pla Estratègic 1998 – 2010 estableix un nou marc general d'actuació per a tota la Comunitat Portuària i per a la renovació de les activitats del Port de Barcelona.
3. Afavorir la competitivitat dels seus clients a través de la prestació de serveis eficients: aquesta és la raó de ser del port.
4. El futur comercial del Port de Barcelona per al segle XXI és proporcionar al client la logística més idònia a través de serveis integrats, especialitzats i personalitzats.
5. L'objectiu estratègic del Port de Barcelona és convertir-se en el primer hub logístic euromediterrani, cosa que comporta actuar com a centre intermodal i com a plataforma de distribució i aprovisionament. El port pot créixer i transformar-se en el nucli de distribució del sud d'Europa, el nord d'Àfrica i el Mediterrani.
6. Però el Port de Barcelona ja ha esgotat l'espai físic que tenia disponible i no es poden desenvolupar les innovacions previstes en aquestes condicions. Cal, per tant, incrementar la superfície del port i millorar substancialment l'accés als mercats, en especial a través del ferrocarril.
7. Cal executar aquest Pla Estratègic seguint uns terminis establerts per un calendari estricte que faci efectiu el Pla d'Acció.

Definició de I Pla Estratègic:

“El Pla Estratègic defineix un model de futur del Port de Barcelona i uns objectius cap als quals dirigir la seva gestió quotidiana. La voluntat del Pla és unir els esforços de totes les empreses vinculades amb el Port de Barcelona, orientant les seves activitats cap al client i millorant la prestació de serveis.

Aquesta visió estratègica de conjunt és especialment rellevant en l'activitat portuària, ja que es tracta d'un sector en què la inversió en infraestructures és enorme i es materialitza a mig i llarg termini”.

Un dels punts rellevants quan es defineix un pla estratègic en un àmbit general és el nivell de proactivitat que dona aquest pla. Darrerament s'ha demostrat que quan es planifica estratègicament s'ha de donar marge a la proactivitat més que a la reactivitat, el primer cas implica anar per davant dels canvis, mentre que el segon implica anar a remolc dels canvis. En el cas especial de l'activitat portuària, s'ha de reconèixer que el nivell d'inversió en infraestructures és molt elevat provocant que costi molt mantenir la proactivitat, aquest fet es posa de manifest en la definició de pla estratègic del port de Barcelona, però ha de ser un element guia intentar mantenir la proactivitat tant com sigui possible.

Síntesi del II Pla Estratègic:

D'acord amb la informació obtinguda l'Autoritat Portuària de Barcelona presentava així el II Pla Estratègic:

“El Segon Pla Estratègic de la Comunitat Logística Portuària de Barcelona no pretén substituir sinó complementar i actualitzar el redactat fa cinc anys. Així, la missió, l'objectiu estratègic, els factors clau d'èxit i els criteris de desenvolupament del primer pla continuen vigents.

El segon pla actualitza l'anàlisi de la situació de partida i de l'escenari estratègic i, sobretot, es polaritza en el hinterland, que és el seu objecte principal.

Una vegada resolta i en marxa l'ampliació del Port de Barcelona, el segon pla se centra principalment en el cantó terra –el hinterland– perquè en aquest mercat es dirimirà el futur de la competitivitat del Port i, per tant, la seva jerarquia al món.

La necessitat de ser competitiu en el hinterland, per mitjà d'una oferta de serveis més àmplia i diferenciada, és conseqüència del fet que les productivitats als molls estan cada vegada més igualades entre els ports en competència més directa. A terra, els serveis són més difícils d'organitzar i coordinar i existeix un camp molt més ampli per a la diferenciació entre les ofertes portuàries.

D'altra banda, l'ampliació del mercat al hinterland és crucial per tal que al Port puguin continuar escalant línies marítimes directes, amb portacontenidors cada vegada més grans.

Aquests vaixells necessiten carregar o descarregar més mercaderies i, per tant, han d'accedir a un hinterland més llunyà que l'actual.

Aquest segon pla estableix que la xarxa de serveis del Port en el hinterland és l'instrument adient per a la seva ampliació. Com també ho és per augmentar la integració de les prestacions i la seva adaptació als clients del Port, els importadors, exportadors i les companyies navilieres.

L'objectiu d'aquest pla és posar de manifest els aspectes clau per a la competitivitat futura del Port de Barcelona. Aquesta està associada bàsicament a la càrrega general, que pot ser captada d'un hinterland més llunyà ja que, pel seu valor, pot rebre més serveis logístics i la incidència del cost del transport terrestre és més baixa. Tanmateix, el pla no entra en detalls sobre segments de tràfics concrets que haurien de ser analitzats pels Grups de Treball del Consell Rector en cada cas.

En resum, aquest document descriu els problemes i les propostes de solució per mantenir i augmentar la competitivitat del Port. Ara bé, cal tenir en compte que per a l'èxit de l'estratègia definida és necessari que els principals obstacles detectats se superin a molt curt termini.

Si s'ha d'esperar deu o quinze anys per resoldre les connexions ferroviàries del Port amb Europa o per aportar solucions a la creixent congestió de l'àrea del delta del Llobregat, les mercaderies que ara passen pel Port de Barcelona utilitzaran altres rutes de comerç que passin per altres ports. I el Port i l'economia catalana en podrien quedar definitivament afectats”.

Estructuració del III Pla Estratègic:

“El III Pla Estratègic del Port de Barcelona 2015-2020 està estructurat en tres parts. La primera fa una anàlisi estratègica de la situació de partida, amb especial atenció als efectes de la crisi econòmica i als canvis que comporten les tendències actuals en l'economia i el comerç internacional; la logística i el transport; el transport marítim i els ports; i la sostenibilitat. La segona part està centrada en la proposta estratègica i defineix tots els paràmetres que contextualitzen el posicionament esmentat i especifica els objectius per a assolir-los. La tercera està dedicada a l'Autoritat Portuària de Barcelona, com a ens públic, i alinea la seva actuació als objectius estratègics globals del Port”.

“Per tal d'assolir l'estratègia plantejada cal tenir en compte els següents factors: aprofitar les oportunitats que ofereix el canvi en els models logístics i de transport mundials, amb un major

protagonisme de la Mediterrània; millorar la competitivitat logística amb una oferta de serveis integrats de qualitat; desenvolupar el concepte de “port en xarxa” amb l’impuls de corredors ferroviaris i de terminals marítimes interiors; i crear aliances entre els agents de l’activitat portuària (terminals, navilieres, operadors logístics, ports) per conformar cadenes logístiques competitives”.

Eixos estratègics del III Pla Estratègic:

El posicionament del Port fins al 2020 s’articula a través de tres eixos estratègics:

1. Creixement. Un cop executada l’ampliació, el nou pas és augmentar la càrrega manipulada. El creixement no és una finalitat en si mateixa, sinó font de creació de riquesa en l’entorn.
2. Competitivitat. Per créixer, cal captar nous tràfics en àrees en què el Port no és actualment la primera opció, i per tant, ser capaços de tenir una oferta logística més eficient, atractiva i competitiva que la existent i que la dels competidors.
3. Sostenibilitat. L’actuació del Port ha de garantir la capacitat de les generacions futures de satisfer les seves necessitats, és a dir, la sostenibilitat en els àmbits econòmic, social i mediambiental. Una de les principals eines en aquest sentit és el foment de la intermodalitat

Objectius estratègics del III Pla Estratègic:

Al voltant d’aquests 3 eixos es plantegen 13 objectius estratègics que es concreten en metes específiques i indicadors que mesuraran el grau d’assoliment de la proposta estratègica al final del període. Aquests són alguns exemples de metes específiques:

1. Incrementar els tràfics estratègics fins als 1,2 milions de vehicles nous, 14 milions de tones d’hidrocarburs i 3 milions de creueristes.
2. Assolir un 55% de quota de mercat al nord-est interior de la península, un 20% de Madrid i un 15% del sud de França.

3. Reduir un 25% els costos de manipulació associats als contenidors i els costos portuaris d'ocupació per m2.
4. Disposar dels accessos viaris i ferroviaris i tenir una terminal de ferroustage al Port o en un entorn proper.
5. Disposar dels accessos viaris i ferroviaris al Port el 2018.
6. Disposar de la terminal E de creuers el 2017.
7. Assolir el 90% de les inspeccions físiques de la Duana en menys de 17 hores.
8. Tenir 110 empreses adherides a la Marca de Qualitat.
9. Estalviar 150 milions d'euros anuals en externalitats ambientals.
10. Assolir els 20 milions de visitants al Port Vell.

Aquest plantejament es sosté en la premissa que el Port de Barcelona i la Comunitat Portuària de Barcelona estan preparats i alineats per a assolir a mig termini reptes d'aquest abast.

2.1.2 Pla Estratègic del Port de Tarragona:

El Pla Director que ha desenvolupat el port de Tarragona entre els anys 2000 i 2014 ha estat actualitzat en diverses ocasions, la darrera durant l'any 2009 per arribar al 2014 i iniciar aquest 2015. La informació ha estat subministrada per l'Autoritat Portuària de Tarragona i el seus paràmetres més importants queden definits en el document.

La missió:

“Contribuir al desenvolupament econòmic i social del seu entorn de manera sostenible, en un context de màxima competitivitat, donant un impuls a la modernització i a l'adequació de les infraestructures portuàries a la prestació de serveis de valor afegit en un context de cohesió entre els membres de la Comunitat Portuària, afavorint la realització professional del seu capital humà”.

“La Autoritat Portuària de Tarragona portarà a terme la seva missió amb el compromís ferm amb la qualitat de la gestió, amb el desenvolupament d'una activitat respectuosa amb el medi

ambient i sota els criteris de sostenibilitat, amb la garantia de seguretat, optimització i rendibilitzant de forma competitiva els seus recursos, integrant-se en les xarxes logístiques internacionals, promovent la inversió i la iniciativa privada, i amb especial cura del capital humà de l'entitat i del conjunt de la Comunitat Portuària”.

La visió:

La Autoritat Portuària de Tarragona haurà d'orientar els seus esforços en les següents direccions fonamentals:

1. Consolidar el lideratge dins del sistema portuari de tràfics de graneles líquids y sòlids.
2. Desenvolupar l'estratègia per arribar a ésser port logístic de referència i impulsora del pol logístic del sud-oest europeu.
3. Ésser una referència intermodal i d'integració dels programes d'Autopistes del Mar.
4. Ésser reconeguda per la seva importància econòmica dins de Catalunya i de la Vall de l'Ebre.

Els valors:

L'Autoritat Portuària de Tarragona ha definit que es caracteritzarà mitjançant els següents valors especificats:

1. Lideratge. Ésser exemple i referent. Ésser conciliadors.
2. Integritat de criteris: honestat, rectitud ètica i dignitat.
3. Responsabilitat social corporativa.
4. Equip humà compromès.
5. Transparència i accessibilitat de la informació pels diferents agents implicats.
6. Orientació al client tant actual com nou.

7. Excel·lència operativa en les activitats diàries, com una prestació de serveis de qualitat i competitiva dins del sistema portuari.
8. Innovació tecnològica i de gestió.
9. Respecte i cura de l'entorn mediambiental i contribució al desenvolupament sostenible.
10. Compliment dels compromisos i de la millora continua.
11. Capacitat de creixement i de resposta a les necessitats dels clients.
12. Compromís social amb la ciutat i amb l'entorn socioeconòmic del Port de Tarragona.

Anàlisi DAFO de l'Autoritat Portuària de Tarragona:

Com es va explicitar durant el desenvolupament del capítol 1, la utilització d'eines d'anàlisi de la realitat és una constant en els treballs previs al disseny d'un pla estratègic. Una de les eines més utilitzades és l'anàlisi DAFO que l'Autoritat Portuària de Tarragona ha utilitzat per desenvolupar el seu pla estratègic.

S'han considerat les següents fortaleses, debilitats, amenaces i oportunitats segons la informació subministrada per la pròpia Autoritat Portuària de Tarragona:

Fortaleses:

1. Puerto estratégico, principalmente para la industria petroquímica, del carbón y agroalimentaria, muy consolidado con tradición y experiencia.
2. Gran dinamizador económico de la zona. La concentración urbana e industrial suponen activos básicos del puerto.
3. Situación estratégica con respecto a los principales centros de producción y consumo en España (Barcelona y Madrid) y el corredor Mediterráneo.
4. Buenas infraestructuras con calados permitidos elevados y longitud disponible de línea de atraque y gran esfuerzo inversor respaldado por el actual incremento de la inversión privada en instalaciones portuarias.
5. Posición de liderazgo en graneles sólidos y líquidos entre los puertos del entorno.

6. Buena relación Puerto-Ciudad y apertura del Puerto a la ciudad (Marina Port Tarraco, Muelle de Costa).
7. Incremento continuado de los ingresos por concesiones y autorizaciones e incremento del peso relativo de estos ingresos respecto al importe neto de la cifra de negocios.
8. Elevado compromiso en el desarrollo del Plan de Calidad de la Autoridad Portuaria. Utilización del modelo EFQM de Excelencia.
9. Buena red viaria y ferroviaria interior que permite unas buenas comunicaciones con todos los muelles y con el acceso al Puerto.

Debilitats:

1. Situación geográfica entre 2 grandes puertos para mercancía general. (Barcelona y Valencia).
2. Entorno ambiental valioso (playas, turismo, Delta del Ebro) que exige proyectos muy respetuosos con el entorno. Riesgos y exigencias medioambientales, sensibilidad social por el tema.
3. Tarragona no conecta directamente con corredores que unen Cataluña con el interior peninsular.
4. Acceso viario al Puerto único que no ofrece alternativa frente a congestiones, accidentes, etc. y puente móvil que supone un cuello de botella en las comunicaciones interiores.
5. Líneas ferroviarias con gran concentración de tráfico en el área e interferencias con los tráficos de pasajeros. Inversiones en ferrocarriles muy costosas y que requieren largos plazos de ejecución.
6. Variedad de minifundios en graneles que son difíciles de gestionar para permitir la mecanización de procesos y mejorar la operatividad, además reducida rotación de algunas mercancías con prolongados tiempos de estancia en almacén (p.ej. grano, siderúrgico).

7. Entorno empresarial débil (Tarragona) que condiciona el desarrollo de nuevos tráficos y actividades de valor añadido y falta de dinamismo y agresividad comercial en la Comunidad Portuaria.
8. Comunidad Portuaria sin institucionalizar y escasa interrelación entre sus miembros.
9. Falta de desarrollo en administración electrónica y de una plataforma telemática que cubra las expectativas, necesidades de agilidad y eficacia que esperan los clientes.

Oportunitats:

1. Desarrollo de la ZAL en zona de servicio del Puerto, con amplia superficie y buena conectividad ligada a la participación de la iniciativa privada.
2. Buena situación respecto a tráficos relacionados con turismo, tráfico de pasajeros y potencial de desarrollo de los cruceros.
3. Posibilidades de crecimiento y especialización dentro del Plan Director en vigor y del nuevo, unido a la existencia de demanda de espacio entre los clientes.
4. Ventajas respecto a Barcelona en el precio de suelo industrial y logístico, la flexibilidad de la estiba, posibilidad de ofertar tarifas más bajas, inexistencia de problemas de congestión en accesos, etc.
5. Gran cantidad de industrias localizadas en triángulo formado por Tarragona–Reus–Valls y proyectos en desarrollo de infraestructuras logísticas y de transporte.
6. Apoyo al SSS e implantación y desarrollo de las Autopistas del Mar.
7. Políticas de desarrollo de la intermodalidad ferrocarril-marítimo y liberalización de servicios ferroviarios.
8. Capacidad para desarrollarse como polo logístico del Sur de Europa (Cataluña).
9. Desarrollo de la terminal de contenedores y el tráfico y actividad asociados.
10. Proyecto de fachada marítima de TGN que terminará con la división puerto-ciudad y mejorará el tráfico ferroviario.
11. Incremento de participación de la empresa privada (obras y explotación).

12. Inclusión de Tarragona dentro del próximo programa TEN-T.
13. Perspectivas de desarrollo de nuevos tráficos y potenciación de los actuales (biocombustibles, tránsitos, contenedores, Short Sea Shipping, siderúrgicos, fruta, vehículos, pasta de papel, etc.).
14. Apuesta firme por nuevas tecnologías, con el fin de mejorar la gestión hacia clientes, tanto internos como externos (Web, Plataforma de Gestión del Conocimiento, VIA PORTus).
15. Capacidad de liderazgo de la APT en iniciativas de Calidad para tráficos estratégicos englobando toda la cadena logística.

Amenaces:

1. Aumento de los tráficos por carretera asociados al puerto, incidencia en el tráfico en épocas estivales (turismo).
2. Dificultad para acometer nuevas obras de infraestructuras ante nuevas normativas medioambientales y afectaciones medioambientales al litoral provocadas por el crecimiento del Puerto.
3. Importantes obras de infraestructuras y desarrollo logístico en ejecución o proyectado en los puertos competidores.
4. Nivel de desarrollo, medios, agilidad y flexibilidad en administraciones inspectoras y servicios aduaneros y para-aduaneros.
5. Elevada dependencia de tráficos cautivos, además de falta de peso de la mercancía general en los tráficos del Puerto y poca masa crítica que pueden aportar los actuales usuarios.
6. Fuerte competitividad de las restantes alternativas de transporte; en particular ferrocarril para los productos químicos y la carretera para los agroalimentarios.
7. Disminución de terreno disponible y encarecimiento del mismo.
8. Incremento de gastos derivados de nuevas exigencias legislativas y normativas (Planes de contingencia, PBIP,...).

9. Finalización de fondos estructurales de la UE (FEDER y de Cohesión) para afrontar el próximo Plan Director.

Factors crítics d'èxit:

Els Factors Crítics d'Èxit de l'Autoritat Portuària de Tarragona han estat identificats a partir de l'anàlisi DAFO realitzat, es consideren els factors claus en els que l'Autoritat Portuària ha de posar especial èmfasi per assolir la seva missió i arribar a culminar els seus objectius operatius. L'anàlisi d'aquests factors permet fer un plantejament d'alternatives estratègiques que ha d'ésser útils per definir el futur del port de Tarragona.

Segons les feines fetes per l'Autoritat Portuària de Tarragona, aquests Factors Crítics d'Èxit són els que es defineixen a continuació:

1. Avanzar en la diversificación de tráfico, así como en la oferta de otras actividades vinculadas al Puerto.
2. Disponer de un sistema de accesibilidad terrestre adecuado entre el puerto y su hinterland, promoviendo el desarrollo de las infraestructuras y dotaciones viarias y ferroviarias que mejoren los accesos al puerto y su área de influencia.
3. Adecuar las instalaciones portuarias existentes a los flujos de mercancías que manejan, así como a otras características propias del transporte.
4. Desarrollar nuevas infraestructuras portuarias que cubran las demandas futuras.
5. Contribuir a una eficiente adecuación logística del Puerto de Tarragona y su entorno con una oferta competitiva de actividades logísticas ligadas al tráfico portuario.
6. Ampliar y fortalecer el hinterland terrestre del Puerto.
7. Desarrollar una política comercial multidireccional.
8. Disponer de una operativa portuaria eficaz y con elevados niveles de competitividad en todos los servicios como requerimiento imprescindible para lograr una posición de liderazgo en un entorno de fuerte competencia portuaria.
9. Mantenimiento de la coherencia adecuada en el tiempo en las grandes líneas estratégicas.

10. Integrar la Comunidad Portuaria de manera efectiva, y al mismo tiempo, orientarse a la búsqueda de apoyo institucional.
11. Establecer adecuadas relaciones con el entorno social y económico.
12. Incrementar la cooperación portuaria.
13. Adecuar los servicios de transporte terrestre a las exigencias de competitividad de los tráficos que genere el Puerto.
14. Establecer una política de selección adecuada de operadores portuarios.

2.1.3. Pla Estratègic del Port de València:

L'Autoritat Portuària de València disposa d'un pla estratègic amb l'horitzó de 2020 que li ha de permetre fer front a les noves realitats econòmiques. Aquest pla estratègic pensat per a finalitzar l'any 2020 és la continuació del pla estratègic dissenyat per a la seva finalització aquest any 2015. Gran part d'aquesta informació la presenten a la seva pàgina web d'on es poden extreure els conceptes essencials.

La missió:

“Favorecer de manera sostenible la competitividad exterior del tejido empresarial de su área de influencia a través de una oferta competitiva en calidad y precio de infraestructuras y servicios portuarios, marítimos, intermodales y logísticos alineados con las políticas europeas de transporte.

1. Sostenible económicamente: optimización de ingresos, costes e inversiones para asegurar la autofinanciación a corto y largo plazo de la Autoridad Portuaria de Valencia.
2. Sostenible socialmente: coordinación para la adecuada remuneración y convivencia de los diferentes agentes de la Comunidad Portuaria.
3. Sostenible medioambientalmente: minimización de impactos negativos sobre la calidad de las aguas, del aire y del ruido.

4. Alineado con las políticas europeas de transporte: fomento de la intermodalidad ferroviaria y el transporte marítimo de corta distancia.

La mejora de la oferta competitiva de infraestructuras y servicios pasa por el refuerzo de la orientación al mercado y del papel de regulador/coordinador de la Comunidad Portuaria.

Esta apuesta estratégica global está alineada con la especialización y la complementariedad de tráfico de los puertos gestionados por la Autoridad Portuaria de Valencia.”

Objectius de l’Autoritat Portuària de València per l’any 2020:

L’Autoritat Portuària de València no fa pública la seva visió del seu pla estratègic, però sí especifica la seva focalització com una forma de definir els seus objectius resumidament. Cal especificar que l’Autoritat Portuària de València fa esment de les seves tres àrees:

1. València.
2. Sagunt.
3. Gandia.

Per a cada àrea es defineixen els seus focus d’interès:

1. València:
 - Combinació de contenidors import/export i de contenidors de trànsit interoceànic.
 - Creuers i ferris.
 - Nàutica esportiva.
2. Sagunt:
 - Especialització en tràfic de productes siderúrgics, automòbils i transports especials.
 - Contenidors de curta distància.

- Granel.
 - Nàutica esportiva.
3. Gandia:
- Mercaderia general sense contenidor: paper i fusta.
 - Nàutica esportiva.

Estratègia i posicionament:

En referència a la seva estratègia l'Autoritat Portuària de València explicita el següent plantejament:

“Explotación de las capacidades de Valenciaport como hub mixto, optimizando los costes de escala y el volumen mixto de import-export local”.

Pel que fa al seu posicionament, es podria definir amb els següents plantejaments:

1. Servicios: Refuerzo del papel de regulación y coordinación para la mejora de eficiencia del paso de la carga y mayor integración logística e intermodal.
2. Tráficos: Foco en la combinación de contenedores I/E- tránsito y captación selectiva de otros tráfico, especialmente cruceros.
3. Hinterland: Consolidación en la Península Ibérica y desarrollo progresivo de países MENA y Sur de Europa.
4. Foreland: Consolidación en Asia y el Atlántico y desarrollo progresivo de países MENA, África Occidental y Sur de Europa.

Valors i compromisos:

L'Autoritat Portuària de València especifica els seus valors i compromisos en quatre grans àrees de treball:

1. Tecnologia i innovació: Implantació de la seva plataforma digital.

2. Política ambiental: Millora de la qualitat de les aigües, millora de la qualitat de l'aire, prevenció contra possibles fuites, millora de la qualitat acústica, adequació dels dragats i millora de la gestió dels residus.
3. Seguretat i protecció.
4. Responsabilitat Social Corporativa:
 - a. Simultanear el desarrollo portuario con la protección y el cuidado ambiental, garantizando la sostenibilidad de la actividad portuaria.
 - b. Incentivar la competitividad y profesionalidad de las personas que trabajan en el sector portuario.
 - c. Asegurar la calidad y gestión de la información adecuada a los intereses de los distintos colectivos destinatarios.
 - d. Promover internamente un clima constructivo, integrador y de implicación.
 - e. Potenciar el compromiso con el entorno.

2.1.4. Pla Estratègic del Port d'Algesires:

El port d'Algesires així com el de Tarifa és gestionat per l'Autoritat Portuària de la Badia d'Algesires (APBA) i té com és una norma en molts ports de l'Estat Espanyol definit un Pla Estratègic amb finalització l'any 2020.

Missió:

“Liderar una oferta portuaria y logística competitiva y sostenible, generadora de valor añadido, en estrecha colaboración con los clientes y en beneficio de la economía y empleo regionales”.

Visió:

“Consolidarse como plataforma logística intercontinental y nodo portuario e intermodal de referencia en el Mediterráneo, liderando el tránsito de contenedores y productos petrolíferos en el Estrecho, afianzándose como puerta sur de Europa para los tráfico comerciales de África y

las Américas y constituyéndose como centro de excelencia en servicios marítimos y portuarios para el pasajero, el buque y la mercancía”.

Valors:

1. La responsabilidad social.
2. La integridad y equidad de las actuaciones.
3. La sostenibilidad.
4. La orientación y el servicio al cliente.
5. El compromiso con los resultados.
6. La excelencia en la gestión

Plans d'acció:

L'Autoritat Portuària d'Algesires té definits uns plans d'acció que es podrien definir com a objectius amb la vista fixada en l'horitzó 2020:

1. Port líder com hub de contenidors per l'Estret de Gibraltar i l'Oest de la Mediterrània.
2. Node logístic internacional per al tràfic de productes petrolers.
3. Pont marítim de connexió logística amb el continent africà.
4. Centre de Serveis al Tràfic Marítim.
5. Porta Sud d'Europa.
6. Port industrial.
7. Port sostenible.
8. Excel·lència en la gestió.
9. Smart Port.

2.1.5. Pla Estratègic del Port de Gènova:

L'Autoritat Portuària de Gènova no ha considerat oportú cedir la seva informació referent al seu pla estratègic, ja sigui de forma total o parcial, doncs ha pensat que no és una informació pública que pugui ésser utilitzada com a element d'anàlisi en una tesi doctoral. Per contra, han subministrat tota la informació respecte al seu tràfic mensual i d'aquesta manera poder procedir a fer l'anàlisi de Box-Jenkins.

La transparència en la informació i la gestió de la comunicació pot aparèixer com un element a considerar com a millorable per arribar a més ciutadans i captar de millor manera l'atenció de l'opinió pública en general. Al marge d'aquesta consideració, la transparència comunicativa genera confiança en la comunitat portuària en particular i en la ciutadania en general.

2.1.6. Pla Estratègic del Port de Taranto:

L'Autoritat Portuària de Taranto no ha considerat oportú subministrar la seva informació sobre el seu pla estratègic, tot i que sí ha subministrar informació sobre el seu Pla de Desenvolupament.

Presentació del Pla de Desenvolupament:

The Port Authority is presently working on the new port development plan.

This plan will govern the future development of specific port areas and the building of new facilities establishing a new port layout in order to facilitate the growth of maritime traffic over the next 10 years.

The new development plan will contains and foresees initiatives and undertakings to support the following traffic sectors:

1. Containers.
2. General cargo.
3. Ro-ro and ferries.

4. Cruises.

Therefore, aiming at fostering the above mentioned traffic sectors, the infrastructural steps planned are as follows:

1. Expansion of Pier 5 and upgrading of the surrounding areas in order to host a new container terminal.
2. Cruise/ro-ro/ferry terminal and restyling of the quays and surrounding areas.
3. Marinas - restyling of the quays and surrounding areas.

Pla de Desenvolupament:

The recently approved Port Development Plan has two main goals: to extend the port's commercial facilities to make it easier to attract new traffic; and to improve relations with the city of Taranto by opening new areas of the port estate to municipal use.

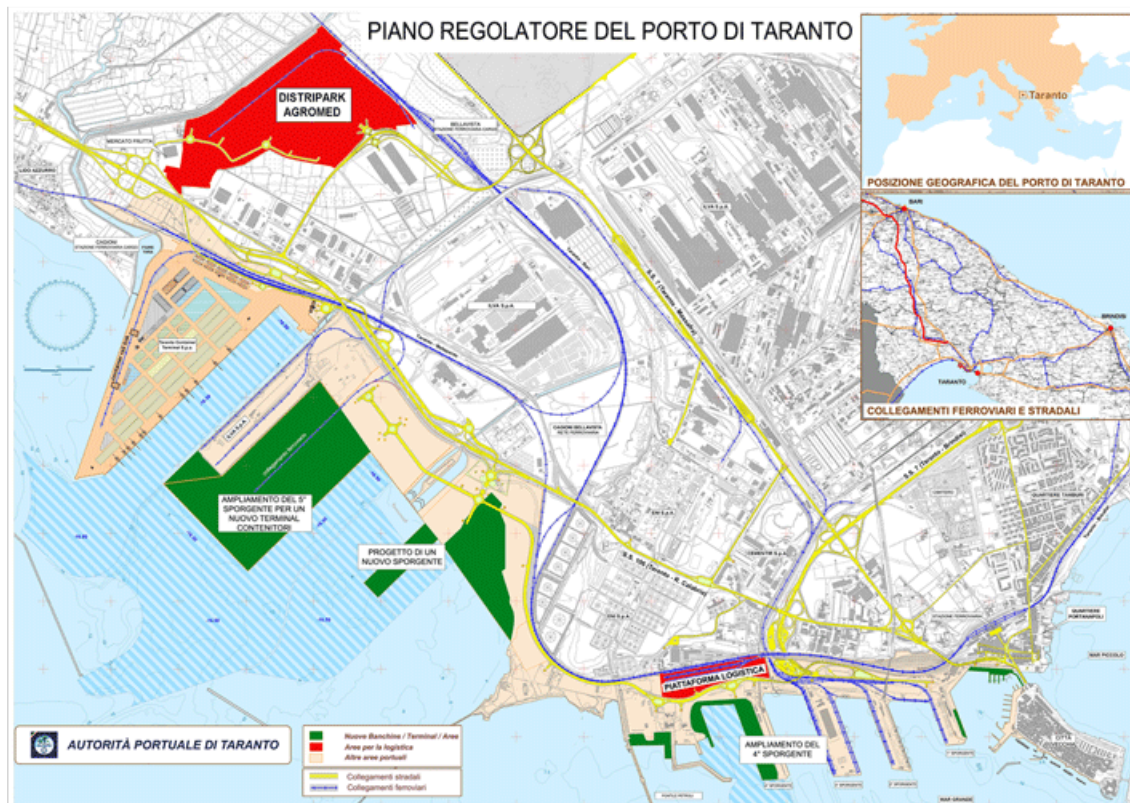


Figura 2.1. Plànol del Port de Taranto (Autoritat Portuària de Taranto, 2015).

1. Logistic Park within the Port area.
2. Deepening of Container Terminal berths and approaches.
3. Extension of the fore breakwater.
4. Development of the Rail Links.
5. Adjustment/requalification of the S.Cataldo Pier and Quay n.1.
6. Realization of a reclamation tank, enlargement of the 5th pier, for dredging mud deposit Distripark.

2.1.7. Pla Estratègic del Port de Bilbao:

L'Autoritat Portuària de Bilbao va aprovar un pla estratègic amb validesa des de l'any 2013 fins a l'any 2017.

La missió:

La Autoridad Portuaria de Bilbao tiene como misión el desarrollo del Puerto de Bilbao como una oferta integral de servicios para satisfacer las necesidades de sus clientes, el buque y la mercancía, y potenciar la actividad económica en su zona de influencia, en un marco de innovación y sostenibilidad.

La visió:

La Autoridad Portuaria de Bilbao debe desarrollar las funciones de Puerto Propietario, confiar a la iniciativa privada la relación directa con los clientes del puerto, controlar la calidad de los servicios y planificar, construir y mantener las infraestructuras básicas.

La Autoridad Portuaria de Bilbao aspira a mantener y reforzar el carácter del Puerto de Bilbao como nodo logístico intermodal de referencia de la Península y del sudoeste francés, ampliando su hinterland a todos estos ámbitos territoriales.

Els valors:

1. Autonomía funcional y de gestión que permiten cumplir el compromiso con la Sociedad de proporcionar servicios de calidad a Buques y Mercancías.
2. Eficiencia interna basada en la gestión óptima de sus recursos humanos y materiales.
3. Coordinación del conjunto de la empresa-puerto, para lograr la máxima eficacia en la prestación de los servicios portuarios.
4. Sostenibilidad Medio Ambiental.

Objectius Estratègics:

1. Refuerzo de la gestión comercial.
2. Planificación y desarrollo de infraestructuras.
3. Excelencia y competitividad en los servicios.
4. Cohesión del equipo humano.
5. Optimización de los sistemas de gestión.
6. Incrementó de vinculación con el entorno.
7. Sostenibilidad económico financiera

Compromisos institucionals:

Los servicios telemáticos del puerto de Bilbao son utilizados por 320 empresas clientes y más de 700 usuarios. Todos ellos se benefician de las ventajas que ofrece la plataforma e-puertobilbao, una herramienta que facilita y mejora la integración de todas las actividades de transporte que se realizan en el puerto y en su zona de influencia, así como con los operadores y las plataformas logísticas. Esto mismo se aplica al Foreland y a los clientes operadores marítimos.

Durante el año 2013, los servicios de valor añadido prestados por la plataforma telemática e-puertobilbao se han actualizado y adaptado a nuevos requerimientos de nuestros clientes y a cambios legislativos de la Unión Europea (UE) que afectan sobre todo al Procedimiento Integrado de escalas (PIDE) y a la gestión de Manifiestos (iniciativas “European Single Window”, “e-manifest” y “Blue Belt” de la UE). Las iniciativas van encaminadas a facilitar la gestión documental relacionada con la entrada/salida de buques y con el control aduanero de mercancías en el tráfico Intra-Europeo. El objetivo final de estos cambios legislativos se dirige hacia la simplificación administrativa de manera que las mercancías transportadas vía marítima como cabotaje europeo tengan el mismo tratamiento documental, administrativo y de control aduanero que las mercancías transportadas por carretera o ferrocarril.

El 1 de diciembre de 2013 se ha cumplido el décimo aniversario de la puesta en marcha del primer servicio en la plataforma telemática e-puertobilbao, el servicio de gestión de entrada/salida de buques (Procedimiento Integrado de Escalas-PIDE). A lo largo de estos años, el número de servicios, empresas conectadas, usuarios certificados y mensajes intercambiados ha ido creciendo. Así, desde el arranque con 1 servicio y 30 empresas conectadas hemos pasado a la situación actual con 10 servicios disponibles y 320 empresas llevando a cabo sus intercambios de información a través de la plataforma.

Estos son los 10 servicios disponibles para las empresas de la comunidad logístico-portuaria del Puerto de Bilbao:

1. Gestión integrada de entradas y salidas de buques (PIDE).
2. Gestión de mercancías peligrosas.
3. Gestión de declaraciones sumarias.
4. Manifiestos de carga.
5. Coordinación del posicionamiento de contenedores en el Puesto de Inspección Fronterizo (PIF).
6. Preavisos de entrada de transporte por carretera al control de entrada al puerto y gestión de puertas de terminales.
7. Lista de carga o levante, sin papel, de exportación.
8. Admítase y entréguese.

9. Gestión de la Declaración Sumaria de Entrada (ENS).

10. Gestión de la Declaración Sumaria de Salida (EXS).

El proyecto, liderado por la Autoridad Portuaria (APB), ha seguido para su desarrollo de servicios las directrices marcadas por el Grupo de Armonización de Procedimientos (GAP Bilbao), grupo formado por las empresas de la comunidad portuaria. Así, los servicios enlazan directamente con la estrategia de desarrollo de negocio de la APB al tiempo que responden a las necesidades reales de las empresas del Puerto de Bilbao.

De esta manera, se va consiguiendo el objetivo de optimizar las comunicaciones y facilitar la interacción entre las diferentes empresas del entorno marítimo-portuario de Bilbao. En definitiva, se trata de conseguir una mayor rapidez y eficiencia en la gestión del paso de buques y mercancías a través del puerto, de manera que las empresas y el puerto en su conjunto sean más competitivas.

En la actualidad, los servicios van encaminados a potenciar el desarrollo de corredores intermodales que posibiliten la integración de servicios marítimos con servicios en terminales logísticas de interior (Puertos Secos).

La Autoridad Portuaria ha creado una versión totalmente innovadora para acceder desde dispositivos móviles a información sobre la actividad del Puerto de Bilbao y las empresas que prestan en él los diferentes servicios.

El acceso, tanto para plataforma IOS (i-Phone) como Android (el resto), se hace a través de la propia web (www.bilbaoport.es).

Los proyectos de I+D promovidos por la Autoridad Portuaria o en los que participa activamente, son entre otros los siguientes:

1. Programa de control de calidad del agua en zonas portuarias. Universidad Politécnica de Cataluña.
2. Estado ecológico de las aguas costeras y de transición de la CAPV (AZTI-TECNALIA).

3. Estudio de condiciones ambientales, meteorológicas y oceanográficas en el entorno portuario de Bilbao en la evolución de posibles vertidos de hidrocarburos (AZTI-TECNALIA).
4. Estudio de biosfera marina en la Zona II de la Autoridad Portuaria de Bilbao (AZTI-TECNALIA).
5. Caracterización y seguimiento del material de dragado (AZTI-TECNALIA).
6. Se ha iniciado el proyecto, Business to Motorways of the Sea (B2MOS), co- financiado por el programa de Autopistas del Mar de la Red Trans-Europea de Transporte (TEN-T). El proyecto contribuirá a la creación de un espacio marítimo europeo sin barreras, facilitando y simplificando el cumplimiento de la normativa mediante la promoción de soluciones sostenibles de transporte intermodal que refuercen la estrategia de Autopistas del Mar. En este proyecto el Puerto de Bilbao participa junto a otros 21 socios de cinco países, entre ellos el Puerto de Hamburgo, Dakossy (plataforma telemática del puerto de Hamburgo) junto a Puertos del Reino Unido y MCP plataforma telemática que presta servicios en 17 puertos del Reino Unido. El objetivo común, es impulsar la capacidad del transporte marítimo de corta distancia para competir en los corredores de transporte puerta a puerta y facilitar el desarrollo de las Autopistas del Mar (AdM) de la Red TEN-T que conecta Europa.

2.1.8. Pla Estratègic del Port de Pasajes:

L'Autoritat Portuària de Pasaia va encarregar l'any 2009 el desenvolupament d'un pla estratègic que abarqués des de l'any 2009 fins a l'any 2020.

La missió:

Contribuir al desarrollo y consolidación de la actividad socioeconómica de su entorno en un marco de alta tecnología y sostenibilidad, mediante la potenciación de servicios logísticos y desarrollo de infraestructuras y servicios portuarios.

La visió:

La Autoridad Portuaria ha de possibilitar la transformació i recuperació integral de la badia i generar noves infraestructures en resposta a les creixents demandes del entorn socioeconòmic, desenvolupant un ecopuert referent del marc atlàntic.

Valors:

1. Prestació de serveis de qualitat, competitius en rendibilitat dins del sistema portuari.
2. Actitud proactiva en l'assoliment dels objectius mediambientals, participació i coordinació de projectes de millora ambiental: ecoport.
3. Preocupació pel desenvolupament de l'entorn socioeconòmic.
4. Bona relació amb les administracions amb competències en activitats relacionades amb el port i amb l'autoritat portuària.
5. Possibilitat de alliberar 80 Ha. de sòl portuari per a la regeneració integral de la Badia.
6. Possibilitat de generació de nous tràfics, desenvolupant activitats logístiques i nous clients.
7. Cultura de Polítiques de Qualitat, Seguretat (Prevenició) i Medi Ambient.
8. Plantilla en redimensionament amb un equip humà rejuenit i format.

2.1.9. Pla Estratègic del Port de Dunkerque:

El Port de Dunkerque té dissenyat un pla estratègic que s'inicià el 2014 i té la seva data de finalització marcada per l'any 2018.

Resum de Pla Estratègic:

Dunkirk Port has produced its strategic plan for the 2014-2018 period. This major document sets out the main guidelines and the procedure for implementation of the Port's development policy over 5 years, following on from the first strategic plan of 2009-2013 and its financial trajectory. It also prepares the future for longer-term projects.

This strategic plan was approved unanimously by the Development Board, and then by the Board of Trustees on 21 November 2014. In line with the national ports strategy, the Port of Dunkirk has four major ambitions: to be a Northern French Port, a Gateway Port, a Sustainable Port and a Partner Port

Northern French Port:

The Northern French Port aspect involves reconquering Dunkirk's natural hinterland in the container sector, developing secure and temperature controlled logistics, optimising consolidated transport and putting in place the tools for successful development of container traffic.

Gateway Port:

The Gateway Port aspect is aimed at strengthening the position of GPMD as a redistribution port for solid bulks and short sea shipping from deep-sea lines, setting up an LNG provisioning complex for the Strait of Dover, the Channel and the North Sea, developing links with inland multimodal platforms, adapting the Western Port to changes in maritime transport, and preparing for future large-scale projects (Baltic-Pacific).

France's third-ranking port, Dunkirk is well known as a port handling heavy bulk cargoes for its numerous industrial installations. It has also built its reputation in other sectors such as cross-Channel RORO traffic to Great Britain, containers, fruit, and so on. Classified as the seventh port of the North Europe Range which extends from Le Havre to Hamburg, Dunkirk is also the leading French port for ore and coal imports, France's leading port for containerised fruit imports, and the country's second-ranking port for trade with Great Britain.

Sustainable and Responsible Port:

The Sustainable and Responsible Port aspect involves strengthening the position of Dunkirk, a pioneer of circular economy, as France's leading energy and steel industry platform (promoting the setup of new industrial and logistics projects in addition to the existing industries), managing the development of the port district with attention to risk control and climate change in developments, implementing the Natural Heritage Master Plan ahead of the development of future business parks, and building Social and Environmental Responsibility in eco-friendly behaviour and developments.

Partner Port:

This Partner Port aspect commits the economic and social operators of Dunkirk's port community to mobilise for the development of new types of traffic; it also involves maintaining

existing partnerships (institutional, economic, scientific and technical), to develop added value in logistics and industrial development, enhancing the environment and managing the natural areas of the Opal Coast. Lastly, it also includes maintaining the partnership between the City and the Port, emphasising the value of the port's heritage and culture.

These ambitions are accompanied by a major works programme of 242 M€, with the first large-scale projects due for completion in 2015.

2.1.10. Pla Estratègic del Port de Ghent:

El Port de Ghent va definir un pla estratègic que es va iniciar el 2010 i que finalitzarà el 2020.

Missió:

Ghent Port Company creates prosperity and growth in a sustainable way through the further development of the seaport as a multimodal logistics platform.

La visió:

Three visions: Based on its mission, Ghent Port Company applies the following 3 visions:

1. Social: Ghent Port Company turns everyone into a port supporter by widely and actively informing and promoting its vision on port development in order to realize the broadest possible social basis and obtain a maximum positive commitment by all stakeholders.
2. Planning: Ghent Port Company acts as a sustainable designer, both within the port area as a 'decision taker' and outside the port area (port-related) as a 'decision maker'.
3. Economic: Ghent Port Company acts as an objective catalyst, partner and incubator when developing multimodal projects and new water-borne cargo flows.

Els valors:

Ghent Port Company's co-workers want to realize this vision taking into account the following values:

1. Client-friendliness:

- To guarantee a high degree of availability for the customer.
- To show readiness to listen and empathy.
- To have a proactive disposition towards solving problems.
- To detect and elaborate win-win situations.
- To maintain permanent communication with the customer.

2. Readiness to cooperate:

- To work in a cross-departmental way and by means of projects.
- To promote team spirit, collegiality and openness.
- To offer the customer an integral and coordinated answer.
- To aim at a structured sharing of knowledge and to secure company knowledge.
- To develop a transparent management reporting.

3. Commitment:

- To give, receive and take up responsibility.
- To be proud of the company and its achievements.
- To take up involvement in the Organization.
- To show enthusiasm in the execution of one's tasks.

4. Innovative thinking and creativity:

- To stimulate thinking outside the box.
- To dare fail in order to achieve success.

- To be ready for change and continuously adapt processes.
- To bring about an active job rotation, among other things by working with projects.

5. Efficiency:

- To use the right knowledge and skill in the right place.
- To make processes problem-solving.
- Inspiration instead of transpiration.
- To be busy with the right organizational goals.
- To focus on common goals.

Objectius Estratègics:

Starting from our vision and ambition, proposals of strategic objectives are formulated. These strategic objectives often relate to more than one perspective. The strategic objectives that start from the economic perspective have the highest priority. We explicitly and fully opt for the growth of our economic activities.

The strategic objectives based on a zoning and social approach form a substructure, a ‘conditio sine qua non’ on which the realization of the economic objectives is founded.

The strategic objectives are classified on the following logic:

1. We opt for economic growth.
2. We support the economic objectives through initiatives in the field of space productivity.
3. We facilitate a sustained cooperation with all stakeholders.
4. We opt for applying the principles of corporate social responsibility.

Resum del Pla Estratègic:

Ghent Port Company builds up Ghent port's future with strategic plan 2020.

Growing together towards sustained prosperity.

By means of its strategic plan 2010-2020 Ghent Port Company continues to build up Ghent port's future. 10 years after its foundation it has the ambition to be 'more' of a port. Economic growth is the main thing, just like the realization of a new and larger sealoock in Terneuzen. The Port Company plans the growth within the present port area, in cooperation with all those involved and according to the principles of corporate social responsibility. In this matter, it takes up its role as port director in order to further develop the port. Ghent Port Company wants to turn everyone into a supporter of Ghent port so as to grow together towards sustained prosperity. For this purpose, it continues to develop the port into a multimodal logistics platform.

Economic growth:

The socio-economic importance of the port for the Ghent and Flemish regions can hardly be overestimated. 72,000 people have a job in or around the port in over 300 companies. Economic growth is a necessary condition here. Ghent Port Company aims at a diversification of its activities, opts for the strengthening of the existing industries and mainly dedicates itself to markets having a large growth potential.

In 2020 port of Ghent still wants to be the seaport having the largest biofuels cluster in Europe. By then, the distribution clusters for food, building materials and biomass will be further developed. Besides a number of regional distribution centres, at least one more new European distribution centre will be attracted and also two new activity clusters in which inland and seagoing navigation will be at the centre.

Moreover, the port wants to fulfil its ambition in the field of container traffic with a growth of up to 300,000 TEU in 2020 through short sea traffic and inland navigation.

This leads to it that by 2020 the port will record an annual seaborne cargo traffic of 30 million tonnes; by inland navigation a 20 million tonnes transshipment is counted on.

The port keeps on working hard for a new, larger sealoock in Terneuzen. Its realization is a major condition for fulfilling the port's ambitions and for developing Ghent as a distribution hub for

East- and West-Flanders, for North and East France and Europe, both by rail and by inland waterways.

Sustainable zoning management:

This economic growth is equally made possible through a good zoning management of the port area. In this matter, Ghent Port Company acts as a sustainable designer. But also in this field, the realization of a new, larger sealock in Terneuzen is an important condition for fulfilling these ambitions. This is why Ghent Port Company displays all possible initiatives for the realization of this sealock.

Owing to this, by 2020 the Kluizendok infrastructure can be entirely developed and operational. 80 hectares will be filled in there by the biobased chemicals sector.

Within the entire port area, the Port Company aims at grouping activities and at the logical approach of the existing brownfield projects. In the old port zone extra advantage will be taken of 25% of the present space by handling it in a more efficient way. In other parts of the port area 60 hectares are further developed into waterfront sites and another 150 hectares are given in concession for port-related activities.

Besides maintaining the existing industrial activities, the Port Company wishes to further develop the port into a logistics platform. By 2020, 35% of cargo traffic will have to go by road, 50% by inland navigation and 15% by rail. Extra attention is paid here to a smooth and safe traffic within the port area.

Ghent Port Company not only wants to make use of all infrastructure in the port area in an efficient way. It also wants to extend its life span through sustainable maintenance and well-considered construction.

Corporate social responsibility:

In the further development of the port, Ghent Port Company opts for the principles of corporate social responsibility. By 2020 it wants to be a reference in this field as a port and as a Port Company on the European port scene.

Moreover, the Port Company aims at improving the energy efficiency of economic activities by 20%. When granting concessions, not only the economic surplus value and the location within

the port area will be of importance. Concessionaires will be stimulated to develop their activities in a sustainable way.

As a matter of fact, it has the intention to keep on realizing the liveability of the entire port zone and of the canal villages. Moreover, Ghent Port Company aims at realizing a zone of 205 hectares for nature conservation.

Cooperation with all stakeholders:

Ghent Port Company plans the establishment of a logistical platform. By the year 2020 this has to lead to a participation by or cooperation with partners inside and outside the Ghent port area.

Economic growth forms the core of Ghent Port Company's strategic plan. The Port Company sees this growth within the present port area and in cooperation with all parties involved. It wants to turn everyone into a supporter of Ghent port in order to grow together towards sustained prosperity.

2.1.11. Pla Estratègic del Port d'Anvers:

El Port d'Anvers ha dissenyat un pla de negoci com un pla estratègic que ha de funcionar de 2014 a 2018.

La missió:

With its 2014 – 2018 Business plan, the Antwerp Port Authority defines the necessary initiatives that can contribute to strengthening the Port of Antwerp's competitiveness.

This Business plan is based on foundations laid by the “Total Plan for a Competitive Port” and the provisions of the Regional Land Use Plan for development of the Antwerp port area.

The following basic principles continue to be the foundation for the Business plan:

1. The need to think in terms of supply chains.
2. The insight that the Port of Antwerp is a unique platform by the interaction between industry, logistics and maritime transshipment.

This platform is world class by its scale and the wealth of its offer. The Port Authority's mission remains focused without change on guaranteeing the added value of the Antwerp platform. The port not only has an economic importance but also has a huge social value.

To assure maximum sustainable added value of the port area entrusted to us. To this end, Antwerp Port Authority plays active roles, both within the port area and outside it.

The Port Authority's mission remains focused on assuring the added value created by Antwerp as a platform. The port plays a significant role not only for the general economy but also for society.

The platform provides work for 145,000 people who earn their living from port-related activities. The total added value created by the Port of Antwerp is around 20 billion euros per year. This represents 8.9% of Flemish GDP and 5.1% of Belgian GDP.

The importance of the port for the region of Antwerp, Flanders and Belgium means that all stakeholders must help to ensure that the Port of Antwerp remains competitive.

Accordingly, in drawing up this Business Plan we have explicitly opted to obtain as much input as possible from inside and outside the Port Authority.

This combined input has been translated into a vision of the Port of Antwerp platform and the roles played by the Port Authority:

1. The trinity of logistics, industry and freight handling will further develop into a highly efficient platform that is used by the most sustainable and efficient European supply chains.
2. This platform must be world-class, both in size and in the comprehensive range of services offered.
3. The role played by the Port Authority must shift from being a passive landlord to being an active facilitator and promoter. This change in role has already begun in the past few years, but the development must be intensified. This means that the Port Authority must build bridges and collaborate with its customers and all other stakeholders.

Prioritats estratègiques:

The Port Authority is one of the strategic players within the Antwerp port platform, helping to improve the competitive position and stimulating the creation of added value.

The Port Authority occupies a central position within the chain that creates this added value: it works directly with and for companies to create added value, it fosters a social climate in which welfare and prosperity go together, and it generates a positive spiral by reinvesting the resources that flow back to the Port Authority, thus supporting the platform in a sustainable way.

To consolidate this value creation, the Business Plan lays down the strategic priorities that the Port Authority must deal with over the next five years.

These priorities are two-fold: on the one hand the Port Authority must set up closely targeted commercial and operational initiatives for enabling port companies to be successful in the market and so create value; on the other hand the Port Authority must take general initiatives to make the port as a whole stronger, drawing in the wide field of stakeholders and so building a basis for support, now and in the future.

2.1.12. Pla Estratègic del Port de Bremen:

El Port de Bremen no publica el seu pla estratègic actual, encara que subministra informació sobre les seves estadístiques de tràfic portuari. Té publicat en alemany un estudi molt complet sobre la seva realitat futura pel període 2020 - 2025, però molt basat en l'acció estratègica i en les intervencions basades en l'obra pública no en un pla on es defineixin la seva missió, la seva visió i els seus valors.

Ja s'ha especificat abans la necessitat que les autoritats portuàries de la Unió Europea actuïn amb transparència informativa, fent de la comunicació corporativa una eina al servei de l'organització, del port en general i de la seva comunitat portuària. Aquest pot ésser considerat com un element clau en la comunicació entre el port i la ciutadania que l'envolta i la societat en general.

Com senyalen molts estudis de comunicació empresarial i de l'administració, és bàsica la informació i la transparència en la comunicació com un element generador de confiança en les institucions; d'altra manera, l'opinió pública té en l'actualitat una tendència natural a la desconfiança de les organitzacions de diferent tipus.

2.2. Metodologia d'estudi de les sèries temporals:

2.2.1. Metodologia Box - Jenkins de tractament de sèries temporals:

La metodologia Box-Jenkins serà la sistemàtica d'estudi que s'utilitzarà en aquesta tesi doctoral per analitzar les sèries temporals mensuals de tràfic portuari de les instal·lacions portuàries estudiades. Com s'ha comentat, les dades que es tractaran estan mesurades en tones o en milers de tones de mercaderia que ha entrat i sortit pels diferents ports: mercaderia que ha estat mobilitzada en cada instal·lació portuària.

La necessitat d'analitzar les sèries temporals de dades corresponents al tràfic portuari ve donada per la constatació que en el desenvolupament d'un pla estratègic aquest indicador de tràfic és el més usat habitualment per totes les autoritats portuàries per valorar la bondat de les seves actuacions i la idoneïtat de les seves instal·lacions per al tractament logístic de les mercaderies.

La metodologia Box-Jenkins de tractament de sèries temporals va ésser presentada en la seva primera versió l'any 1970, a partir d'aquell any ha estat millorada en diverses ocasions fins a tenir la metodologia actual.

Una primera aproximació a la metodologia Box-Jenkins la proporciona la figura 2.2. Es postula un possible model de predicció de forma general, es procedeix a identificar un model de manera més aproximada i que sigui susceptible de generar una bona explicació de la realitat, per posteriorment passar a fer una estimació dels seus paràmetres. Després d'aquesta operativa cal desenvolupar una sistemàtica de diagnòstic del model i dels seus paràmetres per comprovar la bondat del mateix. En cas que aquesta situació sigui positiva ja s'ha obtingut un model de previsió, en cas contrari, cal tornar a identificar un altre model de manera més aproximada i redefinir el seus paràmetres per tornar a provar la seva possibilitat de bondat, així com la seva estabilitat i la correcció amb que el model explica la realitat passada i present com una sistemàtica que generi confiança en les prediccions de futur.

Aquesta sistemàtica de creació i gestió de models pot ésser utilitzada tant per a la previsió de dades de futur tenint en compte les tendències que marquen les dades en el passat i en el present, com per a la gestió de models de control de diferents sistemes numèrics.

La metodologia del procés té com a sistemàtica general tres passes fonamentals: una primera d'identificació del model, una segona d'estimació dels paràmetres del model i una tercera de diagnòstic que permeti assegurar la bondat i l'estabilitat del mateix.

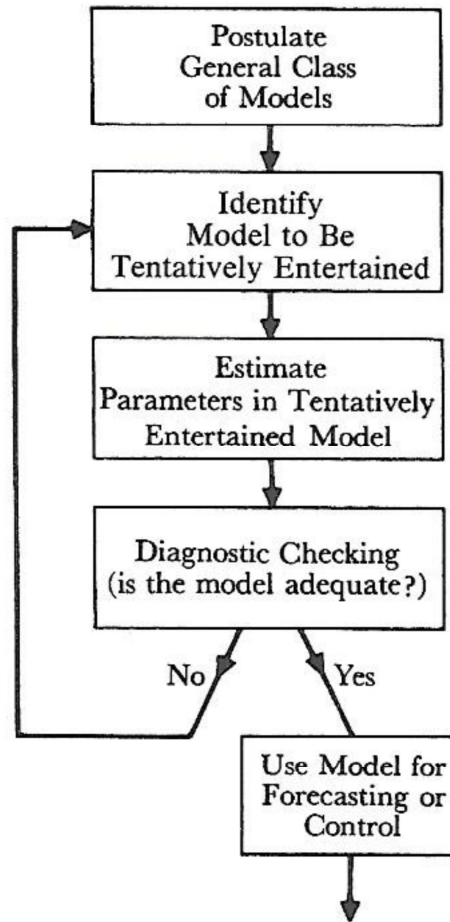


Figura 2.2. Aproximació general al mètode Box-Jenkins per la construcció d'un model mitjançant un procés d'iteració (Box; Jenkins; Reinsel, 2008).

Aquesta és una primera versió de la metodologia Box-Jenkins que permet obtenir una visió global de la sistemàtica que presenten aquests autors. Aquesta sistemàtica ha estat reconeguda abundantment durant les darreres dècades.

Una segona aproximació molt més detallada s'explicita a continuació. Seguint les idees de la primera metodologia, es procedeix a identificar dos possibles models essent ideal poder treballar inicialment amb més models. Es transformen les dades mitjançant diferents eines, com poden ésser:

1. Anàlisi exploratòria de dades.
2. Transformacions per observar la variància (no constant).
3. Transformacions per observar l'estacionalitat.

4. Transformacions per observar la necessitat d'una diferenciació regular.
5. Transformacions per obtenir estacionarietat.
6. Possibles models ARIMA a través de l'ACF i PACF mostral.

Metodologia Box-Jenkins per a sèries temporals

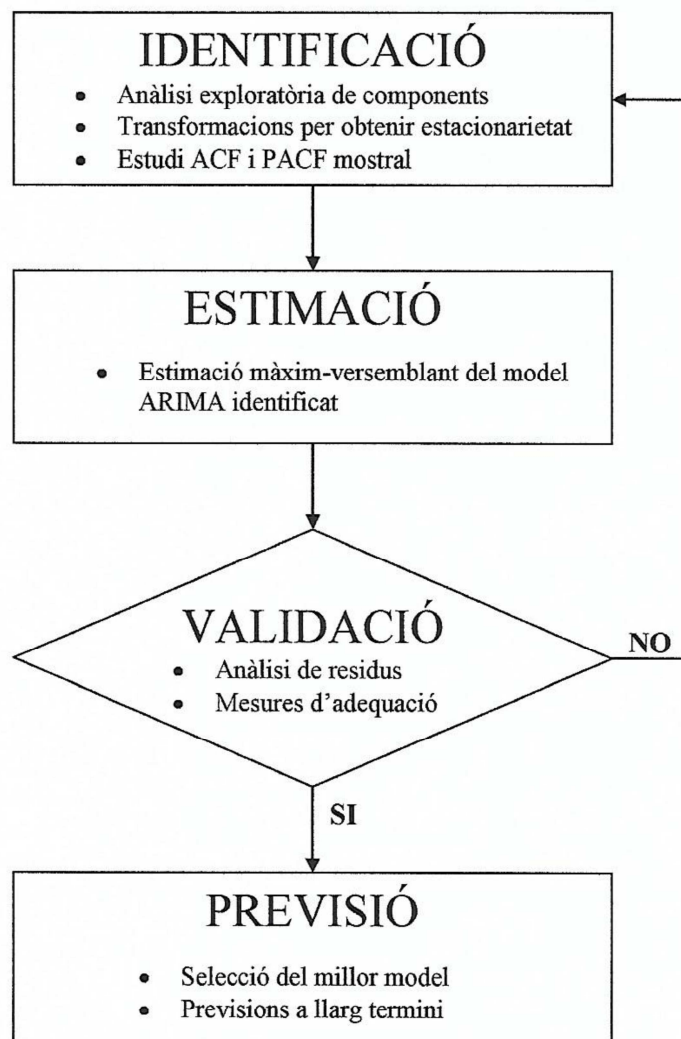


Figura 2.3. Esquema de la metodologia Box-Jenkins per a sèries temporals (Martí-Recober; Sánchez-Espigares; Muñoz Gracia, 2007).

Seguint les primeres idees de Box-Jenkins presentades, cal continuar aquest procés amb l'estimació dels models escollits i l'observació dels seus paràmetres. Després d'un procés de discussió, seria interessant poder continuar el treball amb només dos models.

Una vegada s'ha procedit a escollir dos models convenientment estimats, la sistemàtica Box-Jenkins especifica que s'ha portar a terme en aquest apartat la part corresponent a la validació dels models:

1. Estudi de la gràfica dels residus.
2. Estudi de la gràfica de la normalitat.
3. Estudi de l'ACF i PACF dels residus.
4. Test de Ljung-Box.
5. Obtenció de les dades per considerar el model com un $AR(\infty)$.
6. Obtenció de les dades per considerar el model com un $MA(\infty)$.
7. Comparació de l'ACF i del PACF mostral i del teòric.

Dins de l'apartat de validació es pot contemplar la sistemàtica de capacitat de previsió que es defineix tenint en compte les següents passes:

1. Estabilitat dels models escollits amb la reserva de dades de l'any anterior.
2. Previsions amb les dades reservades.
3. EQM i EAM. Comparativa dels errors definits en ambdós models escollits.

Amb aquests dades s'ha de procedir a seleccionar un model que s'utilitzarà per a la darrera etapa de la metodologia Box-Jenkins: la previsió a llarg termini.

S'ha de considerar la possibilitat que no sigui possible escollir cap model i s'hagi de tornar a començar la sistemàtica.

Extensions de la Metodologia Box-Jenkins

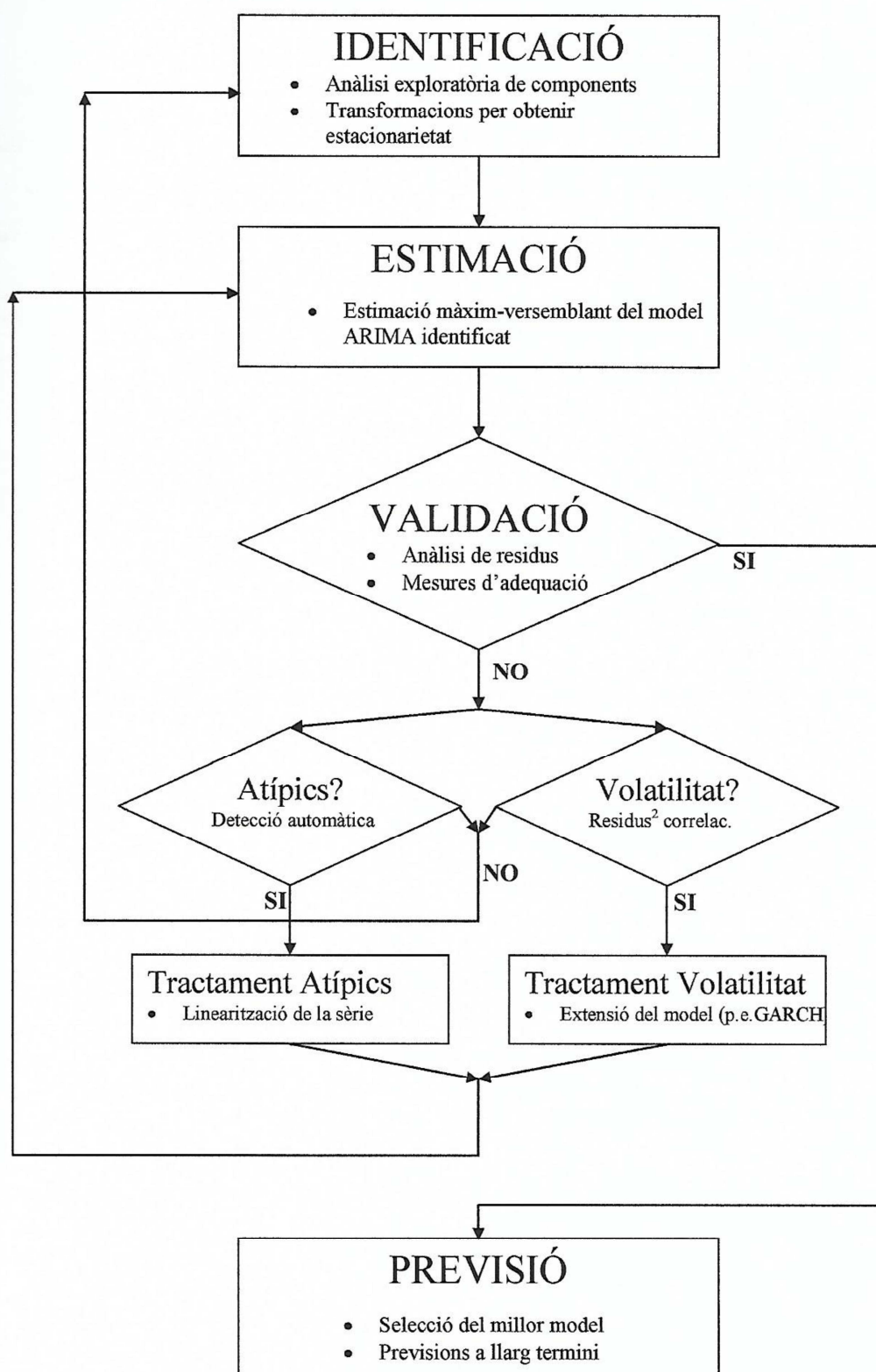


Figura 2.4. Esquema de la metodologia Box-Jenkins per a sèries temporals considerant dades atípiques (Martí-Recober; Sánchez-Espigares; Muñoz Gracia, 2007).

La metodologia Box-Jenkins tenint en compte les dades atípiques que pot presentar la sèrie analitzada pot ajudar a millorar l'estudi, l'anàlisi i la previsió mitjançant la definició d'un nou model ARIMA.

Per aplicar aquesta part de la metodologia, s'ha de procedir tenint en compte les següents etapes del procés:

1. Detecció de dades atípiques.
 - Dades atípiques puntuals (AO).
 - Dades atípiques de canvi transitori (TC).
 - Dades atípiques de canvi de nivell (LS).
2. Validació.
3. Capacitat de previsió.
4. Previsions a llarg termini.

S'especifica la tipologia de dades atípiques amb la seva nomenclatura en anglès, doncs d'aquesta manera s'identifiquen aquestes dades atípiques mitjançant el software lliure R que serà presentat en el proper apartat d'aquest capítol.

Dins del tractament de la sèrie tenint en compte les dades atípiques, s'ha de considerar la possibilitat que sigui necessari tornar a començar tot el procés des de l'inici, és a dir, amb l'anàlisi exploratori de les dades linealitzades, doncs es pot donar el cas que una sèrie que era estacional sense considerar les dades atípiques hagi perdut aquesta condició amb la linealització de la sèrie. La casuística és molt important, per tant, s'ha de considerar la possibilitat de partir de zero en la definició d'un nou model.

Aquest és un petit resum de la metodologia Box-Jenkins i de la seva aplicació pràctica, però per assolir completament i de manera ràpida i àgil aquesta aplicació pràctica és necessari comptar una eina potent en el món del tractament de dades estadístiques com és el llenguatge R i el seu software lliure associat de reconegut prestigi dins de l'àmbit universitari i dins de l'àmbit de la investigació a tots els nivells.

2.2.2. Llenguatge R per tractaments estadístics:

R és un llenguatge i un entorn de programació de software lliure per ésser utilitzat en anàlisi estadístic i gràfic.

Aquest software lliure molt utilitzat en ambients universitaris i d'investigació va ésser desenvolupat per Robert Gentleman (1959, Canada) i Ross Ihaka (1954, Nova Zelanda) del Departament d'Estadística de la Universitat d'Auckland (Nova Zelanda) l'any 1993.

Es pot considerar que el llenguatge S va ésser l'inici que donaria lloc al llenguatge R. El llenguatge S el van desenvolupar John Chambers i Rick Becker a finals de la dècada dels 70 pels laboratoris Bell i en Gentleman i Ihaka van combinar el llenguatge S i el llenguatge Scheme (desenvolupat per Guy L. Steele (2 d'octubre de 1954, EEUU) i Gerald Jay Sussman (8 de febrer de 1947, EEUU) també als anys 70 amb una filosofia minimalista) utilitzant els punts forts d'ambdós llenguatges.

El desenvolupament actual el porta a terme i n'és principal responsable el R Development Core Team del qual formen part els següents científics:

Douglas Bates

John Chambers

Peter Dalgaard

Robert Gentleman

Kurt Hornik

Ross Ihaka

Michael Lawrence

Friedrich Leisch

Uwe Ligges

Thomas Lumley

Martin Maechler

Martin Morgan

Duncan Murdoch

Paul Murrell

Martyn Plummer

Brian Ripley

Deepayan Sarkar

Duncan Temple Lang

Luke Tierney
Simon Urbanek

El llenguatge R ha de permetre tenir un ampli desplegament d'eines estadístiques com poden ser les que s'especifiquen:

1. Models lineals i no lineals.
2. Anàlisi de sèries temporals.
3. Tests estadístics.
4. Algoritmes de classificació.
5. Gràfiques.

R és un llenguatge de programació, per tant, els usuaris han de tenir la capacitat de definir els seus propis scripts per poder desenvolupar l'estudi o la investigació que es vulgui portar a terme. Com a eina en els objectius d'aquesta tesi doctoral, s'ha utilitzat llenguatge R per poder fer els corresponents estudis de l'evolució de les sèries temporals corresponents al tràfic dels ports estudiats i poder definir aquestes sèries temporals mitjançant models ARIMA.

El llenguatge R està orientat cap a la integració de bases de dades i biblioteques per assolir més fàcilment resultats, així com a la utilització de gràfiques amb un nivell de disseny senzill però efectiu. R també pot ésser utilitzat com a eina de càlcul numèric amb un nivell de potència prou destacable.

2.3. Sèries temporals de dades de tràfic dels ports estudiats.

2.3.1. Port de Barcelona: gener de 1994 a desembre de 2014.

	1994	1995	1996	1997	1998
Gener	1.650.582	2.165.546	1.993.648	2.112.092	1.880.618
Febrer	1.593.175	1.744.310	1.805.089	1.948.079	2.027.780
Març	1.889.099	1.913.080	2.187.084	2.227.386	2.269.164
Abril	1.578.179	1.705.595	1.882.349	2.218.225	2.064.330
Maig	1.809.186	1.881.205	2.020.370	2.133.265	2.097.174
Juny	1.717.823	2.029.518	2.028.198	2.128.285	2.180.986
Juliol	1.745.561	2.008.292	1.914.090	2.230.059	2.099.270
Agost	1.460.782	1.624.042	1.758.119	1.885.501	1.722.153
Setembre	1.624.920	1.784.514	1.826.730	1.838.175	1.999.899
Octubre	1.716.395	1.938.342	2.093.282	2.042.362	2.099.601
Novembre	1.784.166	1.735.843	2.042.077	2.084.049	2.175.678
Desembre	1.831.465	2.086.930	2.062.323	2.042.616	2.111.919
	20.401.333	22.617.218	23.613.360	24.890.092	24.728.572

	1999	2000	2001	2002	2003
Gener	2.001.197	2.431.932	2.517.533	2.677.251	2.600.067
Febrer	2.213.696	2.325.821	2.414.243	2.507.697	2.626.346
Març	2.573.100	2.504.320	2.793.875	2.630.779	2.890.110
Abril	2.300.514	2.312.979	2.740.788	2.668.246	2.621.063
Maig	2.386.192	2.653.104	2.650.033	2.918.157	3.199.288
Juny	2.315.854	2.700.616	2.833.350	2.848.495	2.783.754
Juliol	2.594.793	2.485.465	2.813.236	2.944.308	3.128.307
Agost	2.067.362	2.362.028	2.481.284	2.654.124	2.790.483
Setembre	2.119.229	2.437.359	2.479.702	2.561.353	2.967.827
Octubre	2.409.448	2.469.317	2.627.586	2.998.844	3.043.420
Novembre	2.458.505	2.578.521	2.539.199	2.625.037	3.165.879
Desembre	2.431.116	2.545.202	2.576.561	2.576.572	2.937.035
	27.871.006	29.806.664	31.467.390	32.610.863	34.753.579

	2004	2005	2006	2007	2008
Gener	2.949.687	3.430.898	3.577.914	4.087.520	4.343.202
Febrer	2.892.337	3.256.327	3.547.573	3.749.215	3.881.160
Març	3.272.779	3.781.262	4.016.009	4.192.549	4.216.033
Abril	3.317.451	3.790.401	3.758.548	3.985.792	4.437.056
Maig	3.444.674	3.879.138	3.944.539	4.376.358	4.878.381
Juny	3.405.131	3.632.387	4.059.154	4.142.713	4.607.254
Juliol	3.795.432	3.971.630	4.020.221	4.539.452	4.745.089
Agost	3.160.841	3.466.180	3.862.232	4.046.045	4.436.113
Setembre	3.305.857	3.692.159	3.750.414	4.163.369	3.853.238
Octubre	3.266.337	3.477.301	3.881.599	4.445.861	4.173.664
Novembre	3.441.572	3.761.978	4.016.690	4.223.163	3.536.541
Desembre	2.981.076	3.694.909	3.966.631	4.089.090	3.443.851
	39.233.174	43.834.569	46.401.525	50.041.125	50.551.582

	2009	2010	2011	2012	2013
Gener	3.280.598	3.320.841	3.807.790	3.211.625	3.300.271
Febrer	3.108.147	3.191.069	3.754.264	3.300.914	2.868.664
Març	3.402.638	3.410.240	3.524.891	3.375.444	3.492.226
Abril	3.417.751	3.348.310	3.442.530	3.531.023	3.371.592
Maig	3.642.591	3.460.713	3.820.002	3.631.150	3.740.728
Juny	3.323.092	3.662.404	3.711.373	3.866.922	3.821.767
Juliol	3.916.467	3.973.680	3.895.649	3.634.329	3.917.719
Agost	3.655.361	3.567.122	3.598.150	3.515.388	3.634.798
Setembre	3.347.388	3.663.115	3.606.259	3.514.043	3.647.205
Octubre	3.530.442	3.937.488	3.276.117	3.414.304	3.350.864
Novembre	3.495.978	3.748.395	3.531.823	3.262.826	3.192.102
Desembre	3.665.950	3.695.211	3.078.882	3.249.137	3.199.268
	41.786.405	42.978.588	43.047.730	41.507.105	41.537.203

	2014
Gener	3.291.505
Febrer	3.577.307
Març	3.666.130
Abril	3.687.847
Maig	3.854.022
Juny	3.942.955
Juliol	4.480.408
Agost	3.855.183
Setembre	3.784.793
Octubre	4.187.183
Novembre	3.656.851
Desembre	3.265.219
	45.249.403

2.3.2. Port de Tarragona: gener de 2000 a desembre 2014.

	2000	2001	2002	2003	2004
Gener	2.399.415	2.380.477	2.579.360	2.466.054	2.656.587
Febrer	2.109.756	2.202.486	2.173.067	1.999.585	2.278.732
Març	2.364.880	2.387.054	2.375.183	2.343.653	2.488.378
Abril	2.452.539	1.990.026	2.494.023	2.262.742	2.534.528
Maig	2.681.081	1.826.984	2.461.349	2.368.834	2.609.684
Juny	2.159.976	2.219.222	2.456.065	2.555.727	2.294.244
Juliol	2.297.282	2.265.701	2.536.298	2.314.387	2.365.599
Agost	2.347.194	2.418.826	2.329.344	2.391.693	2.538.142
Setembre	2.189.418	2.195.296	2.690.492	2.611.074	2.408.540
Octubre	2.404.693	2.700.676	2.198.033	2.580.783	2.502.167
Novembre	2.095.140	2.044.824	2.682.151	2.469.472	2.618.739
Desembre	2.058.405	2.287.244	2.568.181	2.433.593	2.345.531
	27.559.779	26.918.816	29.543.546	28.797.596	29.640.871

	2010	2011	2012	2013	2014
Gener	2.983.055	2.578.991	3.399.989	2.684.950	2.929.959
Febrer	2.512.201	1.813.771	2.765.795	2.270.168	2.237.753
Març	2.648.398	2.045.926	2.756.404	2.299.702	2.434.806
Abril	2.739.933	2.736.632	2.807.171	2.074.636	1.980.330
Maig	2.690.610	3.045.115	2.997.769	2.419.519	2.506.965
Juny	2.601.259	2.823.431	2.125.648	1.880.456	2.255.557
Juliol	2.585.921	2.722.782	2.785.232	2.356.461	2.538.976
Agost	3.033.692	3.262.621	2.632.558	2.454.168	3.194.580
Setembre	2.615.497	2.968.713	2.772.168	2.244.007	2.930.769
Octubre	2.708.916	2.644.769	2.823.987	2.457.015	2.943.006
Novembre	2.934.712	2.475.881	2.636.871	2.679.990	2.717.965
Desembre	2.544.617	2.616.372	2.568.113	2.068.356	3.101.294
	32.598.811	31.735.005	33.071.705	27.889.428	31.771.960

2.3.3. Port de València: gener de 1992 a desembre de 2014.

	1992	1993	1994	1995	1996
Gener	945.949	519.359	840.340	1.640.741	1.314.592
Febrer	938.204	963.028	971.648	1.156.494	1.352.260
Març	1.114.795	813.493	1.035.677	1.427.474	1.463.705
Abril	963.364	1.058.889	1.117.165	1.350.857	1.227.327
Maig	984.350	973.060	1.202.917	1.357.614	1.472.314
Juny	991.795	765.832	920.522	1.312.262	1.239.865
Juliol	909.649	842.164	1.082.688	1.212.099	1.392.244
Agost	894.976	900.264	869.178	1.324.860	1.219.077
Setembre	844.743	681.770	1.099.139	1.445.331	1.176.293
Octubre	868.925	981.915	1.257.701	1.550.597	1.444.928
Novembre	837.971	1.020.514	1.423.641	1.228.917	1.453.620
Desembre	1.167.943	1.004.277	1.396.942	1.383.973	1.346.269
	11.462.664	10.524.565	13.217.558	16.391.219	16.102.494

	1997	1998	1999	2000	2001
Gener	1.373.147	1.543.786	1.677.329	2.358.857	2.358.857
Febrer	1.308.636	1.539.826	2.031.645	1.834.006	2.156.258
Març	1.495.479	1.852.676	1.858.563	2.041.110	2.394.595
Abril	1.697.501	1.738.802	1.975.889	2.021.793	2.260.304
Maig	1.536.778	1.596.109	2.208.452	2.275.254	2.634.230
Juny	1.720.798	1.775.792	1.966.970	2.407.409	2.517.057
Juliol	1.472.526	1.960.677	2.104.472	2.345.077	2.539.928
Agost	1.443.836	1.730.955	1.874.522	1.956.108	2.342.744
Setembre	1.331.604	1.629.814	2.010.856	2.003.077	2.133.460
Octubre	1.639.177	1.953.397	1.948.093	2.113.029	2.641.454
Novembre	1.675.827	1.746.382	2.094.175	2.202.602	2.483.325
Desembre	1.550.837	1.647.205	2.079.609	2.025.178	2.171.246
	18.246.146	20.715.421	23.830.575	25.583.500	28.633.458

	2002	2003	2004	2005	2006
Gener	2.611.072	2.701.960	3.220.625	3.367.477	3.296.197
Febrer	2.384.110	2.564.151	2.937.403	2.640.011	3.743.168
Març	2.863.643	2.712.517	2.922.250	3.315.449	3.865.166
Abril	2.732.074	2.770.425	3.067.710	3.388.425	3.891.923
Maig	2.608.197	3.852.629	3.512.540	3.290.750	3.947.034
Juny	2.808.360	2.849.427	3.439.386	3.638.899	4.223.773
Juliol	2.780.309	3.026.503	3.451.974	3.619.433	4.188.278
Agost	2.698.498	2.736.211	3.183.681	3.327.891	4.041.085
Setembre	2.940.234	2.799.938	2.928.951	3.400.611	4.014.518
Octubre	2.873.514	3.330.862	3.518.444	3.387.612	3.773.550
Novembre	2.819.788	3.713.479	2.905.826	3.456.732	4.176.329
Desembre	2.570.996	2.965.838	3.030.208	3.988.901	4.340.482
	32.690.795	36.023.940	38.118.998	40.822.191	47.501.503

	2007	2008	2009	2010	2011
Gener	4.017.930	4.533.393	4.008.912	4.583.245	4.898.796
Febrer	4.122.955	4.549.462	4.505.523	4.201.811	5.114.542
Març	4.754.397	4.542.490	4.842.975	5.011.384	5.360.679
Abril	4.438.745	4.692.138	5.037.200	5.232.028	5.394.179
Maig	4.696.786	4.905.561	5.136.536	5.716.656	5.564.769
Juny	4.582.258	5.094.503	4.902.318	5.153.314	5.675.366
Juliol	4.434.045	5.717.598	4.931.621	6.065.448	6.095.089
Agost	4.650.385	5.153.529	4.930.237	5.517.775	5.908.680
Setembre	4.355.280	5.709.484	4.815.378	5.302.514	5.274.791
Octubre	4.610.210	5.362.099	4.877.684	5.950.456	5.523.283
Novembre	4.642.127	4.891.940	4.994.264	5.750.599	5.591.648
Desembre	4.287.741	4.309.769	4.802.054	5.543.556	5.366.101
	53.592.859	59.461.966	57.784.702	64.028.786	65.767.923

	2012	2013	2014
Gener	5.489.353	4.964.858	5.027.535
Febrer	5.056.794	4.978.488	4.901.805
Març	5.312.281	5.960.656	5.709.702
Abril	5.479.231	5.569.005	5.435.116
Maig	5.793.030	6.378.389	6.312.459
Juny	5.671.439	5.246.676	5.835.074
Juliol	5.898.024	5.724.009	6.053.433
Agost	5.662.863	5.178.552	5.242.365
Setembre	5.054.796	5.110.290	5.288.415
Octubre	6.044.910	5.467.429	6.162.452
Novembre	5.385.340	4.920.743	5.350.709
Desembre	5.344.862	5.510.810	5.700.704
	66.192.923	65.009.905	67.019.769

2.3.4. Port d'Algesires: gener de 1992 a desembre de 2014.

	1992	1993	1994	1995	1996
Gener	2.036.165	2.873.295	2.745.964	2.822.494	2.586.480
Febrer	1.827.587	2.138.748	2.670.585	2.866.151	2.888.084
Març	2.991.778	2.067.204	2.954.587	3.156.730	2.653.471
Abril	2.126.328	1.848.449	2.232.511	3.027.769	2.782.190
Maig	2.267.866	2.377.134	2.519.630	3.383.109	2.748.538
Juny	3.159.785	2.187.416	2.615.040	2.644.211	3.027.882
Juliol	2.042.527	2.426.497	2.957.986	3.359.326	2.781.152
Agost	2.699.405	2.306.535	2.576.622	2.685.470	3.283.940
Setembre	2.427.870	2.390.653	2.994.799	2.886.282	3.071.946
Octubre	2.891.158	2.884.760	3.029.852	3.122.686	3.895.811
Novembre	2.383.639	2.733.445	3.045.416	3.837.041	3.499.258
Desembre	3.169.659	3.768.153	4.677.951	3.176.349	3.617.703
	30.023.767	30.002.289	35.020.943	36.967.618	36.836.455

	1997	1998	1999	2000	2001
Gener	3.063.876	3.369.369	3.694.638	3.899.420	3.899.420
Febrer	2.868.551	3.048.798	3.772.186	3.309.274	3.848.428
Març	3.209.064	3.528.144	4.277.367	4.240.848	4.236.110
Abril	2.674.444	3.926.278	3.819.723	3.657.764	4.110.659
Maig	2.799.868	3.617.960	3.942.555	3.952.449	4.583.693
Juny	2.853.525	4.003.692	3.478.621	3.646.831	3.915.877
Juliol	3.556.817	3.824.325	4.219.988	4.316.289	4.409.546
Agost	3.570.572	4.061.862	3.571.445	4.064.680	4.323.999
Setembre	3.454.727	3.564.060	3.372.844	4.019.125	4.955.002
Octubre	4.407.636	3.924.729	3.471.262	4.263.354	4.654.873
Novembre	4.109.770	3.836.790	3.800.919	3.996.805	4.778.289
Desembre	3.483.330	3.960.979	4.217.777	4.312.391	5.031.002
	40.052.180	44.666.986	45.639.325	47.679.230	52.746.898

	2002	2003	2004	2005	2006
Gener	4.217.081	4.511.484	5.058.366	5.764.413	5.883.369
Febrer	4.312.788	4.833.601	4.391.266	5.045.616	4.657.695
Març	4.672.094	4.885.006	5.615.942	5.765.752	6.272.969
Abril	4.345.617	5.227.194	5.483.402	5.357.790	5.838.945
Maig	4.993.248	5.044.064	5.648.477	5.683.618	6.870.902
Juny	4.775.363	6.091.743	5.594.659	6.011.888	5.875.764
Juliol	4.545.299	5.408.842	5.689.174	6.282.180	6.409.494
Agost	4.711.382	4.881.093	5.540.818	5.575.725	5.926.146
Setembre	4.090.500	5.107.976	5.574.835	5.902.707	6.249.100
Octubre	4.847.668	5.077.128	5.606.062	5.326.727	6.880.448
Novembre	4.767.986	5.308.939	5.369.902	5.478.803	5.707.577
Desembre	5.255.388	5.227.519	6.169.610	5.901.712	6.634.149
	55.534.414	61.604.589	65.742.513	68.096.931	73.206.558

	2007	2008	2009	2010	2011
Gener	5.669.125	6.347.606	5.443.527	5.491.312	6.833.060
Febrer	5.498.888	5.974.769	4.755.773	5.453.127	5.428.693
Març	6.719.572	6.220.609	5.827.023	6.033.034	5.828.433
Abril	6.334.368	6.891.489	5.647.778	5.624.610	5.979.656
Maig	6.520.760	6.932.958	6.018.500	5.660.340	6.388.533
Juny	5.839.965	5.927.039	6.179.091	5.514.090	6.545.563
Juliol	6.215.929	5.976.520	5.945.214	5.867.926	6.731.076
Agost	6.270.961	5.810.736	5.957.727	5.170.707	6.460.030
Setembre	6.254.141	5.909.528	5.746.299	5.578.670	6.001.308
Octubre	6.478.405	6.444.980	5.967.125	6.302.960	7.699.465
Novembre	6.269.775	6.212.526	6.151.527	6.843.067	7.552.490
Desembre	6.442.273	6.066.673	6.129.875	6.736.150	11.400.419
	74.514.162	74.715.433	69.769.459	70.275.993	82.848.726

	2012	2013	2014
Gener	8.074.438	6.838.080	7.961.403
Febrer	6.957.530	6.191.636	7.465.839
Març	7.108.167	7.254.086	8.454.398
Abril	6.831.714	7.589.774	8.588.605
Maig	7.786.721	8.143.148	8.451.498
Juny	7.744.723	7.591.421	7.901.375
Juliol	8.297.197	7.687.922	8.418.534
Agost	7.481.120	7.837.844	7.582.537
Setembre	7.133.335	8.103.714	7.097.106
Octubre	7.544.903	8.402.286	7.980.175
Novembre	6.727.029	7.548.344	7.535.866
Desembre	7.161.472	7.716.814	7.612.081
	88.848.349	90.905.069	95.049.417

2.3.5. Port de Genoa: gener de 1999 a desembre de 2014.

	1999	2000	2001	2002	2003
Gener	3.485.180	4.185.193	4.142.366	4.314.944	4.230.788
Febrer	3.599.167	4.363.544	4.360.685	4.137.706	4.195.260
Març	4.120.556	4.528.922	4.429.217	4.236.443	4.886.539
Abril	3.513.409	3.986.370	4.463.090	4.531.264	4.760.572
Maig	4.094.607	4.803.388	4.503.380	4.385.193	4.808.243
Juny	3.790.811	3.971.272	4.517.002	4.276.419	4.639.832
Juliol	3.939.819	4.439.715	3.995.924	5.020.552	5.008.175
Agost	3.763.467	4.342.129	4.097.944	4.112.245	4.274.716
Setembre	4.191.352	4.023.754	3.770.009	4.249.465	4.137.301
Octubre	4.064.243	4.613.210	4.725.946	4.352.010	4.797.113
Novembre	4.107.296	4.326.687	4.030.867	4.311.665	4.723.981
Desembre	4.011.736	4.151.960	4.142.067	4.920.389	4.455.452
	46.681.643	51.736.144	51.178.497	52.848.295	54.917.972

	2004	2005	2006	2007	2008
Gener	4.652.368	4.941.708	4.654.205	4.777.130	4.691.974
Febrer	4.205.182	4.459.767	4.424.759	4.824.621	4.445.577
Març	5.199.898	4.901.983	5.042.890	5.270.984	4.873.461
Abril	4.783.501	4.693.471	4.512.902	4.732.918	4.753.332
Maig	4.916.977	4.616.214	4.459.064	4.818.897	5.111.193
Juny	5.083.979	4.691.088	4.795.711	5.207.485	4.776.688
Juliol	5.187.177	4.939.682	4.732.914	5.147.212	5.200.722
Agost	4.468.826	4.210.583	4.657.635	4.582.145	4.184.968
Setembre	4.516.093	4.606.846	4.443.786	4.537.253	4.591.055
Octubre	4.958.815	4.789.030	4.928.475	5.061.443	4.750.197
Novembre	4.624.813	4.845.103	4.930.159	4.886.579	4.336.702
Desembre	4.435.101	4.746.300	4.740.760	4.803.722	3.946.829
	57.032.730	56.441.773	56.323.261	58.650.389	55.662.700

	2009	2010	2011	2012	2013
Gener	4.048.466	3.746.166	4.331.023	4.328.390	3.939.710
Febrer	3.602.190	3.945.186	4.292.638	3.803.081	3.829.670
Març	4.308.672	4.477.564	4.624.004	4.479.585	4.416.514
Abril	3.858.952	4.193.785	4.338.651	3.998.291	4.215.157
Maig	4.496.589	4.371.478	4.491.130	4.741.478	4.121.612
Juny	3.978.214	4.496.341	4.261.493	4.682.457	3.911.325
Juliol	4.370.991	4.605.600	4.582.495	4.215.096	4.671.431
Agost	3.978.507	4.436.674	3.989.136	4.455.552	4.052.273
Setembre	3.698.496	4.295.930	4.364.473	3.965.452	3.739.279
Octubre	4.139.302	4.446.511	4.261.296	4.648.475	4.539.656
Novembre	4.409.136	4.552.312	4.108.559	4.208.488	3.946.449
Desembre	3.848.831	4.384.325	3.978.271	3.864.901	4.157.546
	48.738.345	51.951.871	51.623.171	51.391.246	49.540.620

	2014
Gener	4.032.515
Febrer	3.958.281
Març	4.179.768
Abril	4.026.236
Maig	4.727.240
Juny	4.213.925
Juliol	4.546.121
Agost	4.245.940
Setembre	4.532.197
Octubre	4.911.255
Novembre	4.209.817
Desembre	4.349.621
	51.932.917

2.3.6. Port de Taranto: gener de 2002 a desembre de 2014.

	2002	2003	2004	2005	2006
Gener	2.898.389	2.498.006	3.531.050	3.917.822	4.543.475
Febrer	2.663.955	2.749.362	3.461.764	3.932.478	3.017.794
Març	3.759.711	2.686.524	3.600.112	4.138.043	4.278.226
Abril	2.754.237	3.139.139	2.846.330	4.027.869	4.103.793
Maig	3.137.414	3.192.177	3.407.169	4.214.216	3.743.724
Juny	3.072.541	3.694.782	3.703.487	4.264.358	4.837.624
Juliol	3.573.881	3.191.719	3.899.188	4.088.703	3.363.534
Agost	2.525.809	3.832.136	3.818.713	3.566.601	4.216.186
Setembre	1.968.021	2.478.343	3.645.791	4.286.137	4.086.535
Octubre	2.942.392	3.420.847	4.592.735	4.452.228	3.910.552
Novembre	2.349.602	3.414.312	3.226.758	3.345.331	4.618.438
Desembre	3.026.809	3.233.468	3.848.947	3.423.168	4.714.413
	34.672.761	37.530.815	43.582.044	47.656.954	49.434.294

	2007	2008	2009	2010	2011
Gener	4.596.518	4.098.013	2.318.340	2.126.429	2.727.562
Febrer	3.899.578	3.037.476	2.381.636	2.779.058	3.603.303
Març	3.711.434	3.709.603	1.925.185	2.864.354	2.894.915
Abril	4.069.032	3.374.714	1.932.477	2.848.131	4.433.749
Maig	3.963.959	4.305.948	2.026.062	3.416.917	3.293.588
Juny	3.697.223	3.910.160	2.107.115	3.082.449	3.453.442
Juliol	3.479.731	3.658.348	2.526.632	3.501.021	3.650.099
Agost	4.049.778	4.062.753	1.895.846	2.709.522	3.798.924
Setembre	3.682.486	3.640.302	2.091.995	2.624.638	3.884.770
Octubre	4.247.210	3.685.141	2.790.366	2.566.020	3.049.333
Novembre	3.950.532	3.334.813	2.452.354	2.887.667	3.293.524
Desembre	3.873.951	2.183.529	2.726.679	3.442.638	2.715.520
	47.221.432	43.000.800	27.174.687	34.848.844	40.798.729

	2012	2013	2014
Gener	2.820.423	1.848.109	2.562.807
Febrer	2.980.784	1.742.468	1.886.443
Març	3.107.416	2.564.421	2.329.474
Abril	3.022.518	1.975.609	2.306.655
Maig	3.818.344	2.776.048	2.023.329
Juny	3.047.896	2.679.788	2.597.795
Juliol	2.887.401	2.365.977	2.801.961
Agost	3.014.117	2.170.923	3.112.832
Setembre	3.047.785	3.429.907	1.691.159
Octubre	2.431.473	2.278.430	2.252.716
Novembre	2.775.183	1.774.693	2.206.918
Desembre	1.989.012	2.878.067	2.082.987
	34.942.352	28.484.440	27.855.076

2.3.7. Port de Bilbao: gener de 1992 a desembre de 2014.

	1992	1993	1994	1995	1996
Gener	1.849.326	1.523.286	1.751.857	1.569.757	1.666.746
Febrer	2.659.697	2.669.036	2.225.600	2.008.407	2.295.111
Març	2.798.281	2.122.466	2.615.041	2.536.513	2.406.260
Abril	2.707.228	2.279.168	2.666.782	1.898.486	1.670.271
Maig	2.715.988	2.216.851	2.588.630	2.762.815	2.206.189
Juny	2.532.763	2.679.359	2.249.996	2.069.038	1.512.378
Juliol	2.769.060	2.255.555	2.365.670	2.160.445	1.644.423
Agost	2.594.428	2.680.040	2.723.033	2.416.387	1.848.383
Setembre	2.557.419	2.322.208	2.029.192	2.114.149	1.627.596
Octubre	2.507.339	2.674.970	2.499.708	2.451.394	2.003.499
Novembre	2.168.067	2.671.475	2.991.419	2.815.530	1.496.038
Desembre	2.703.773	3.911.455	2.980.501	3.098.468	2.269.637
	30.563.369	30.005.869	29.687.429	27.901.389	22.646.531

	1997	1998	1999	2000	2001
Gener	1.423.367	1.693.631	1.646.854	1.830.420	1.830.420
Febrer	1.107.117	2.069.034	2.177.857	2.242.036	2.108.528
Març	1.741.705	2.356.537	2.345.550	2.179.054	2.104.285
Abril	1.902.639	2.322.249	2.260.542	2.397.543	2.279.016
Maig	1.784.484	2.641.747	2.277.702	2.333.581	2.242.611
Juny	1.812.325	2.267.417	2.375.475	2.856.723	2.330.268
Juliol	2.164.389	2.245.655	2.298.524	2.355.042	2.216.965
Agost	1.988.571	2.214.988	2.146.022	2.300.554	2.343.505
Setembre	1.753.086	2.158.478	2.287.522	2.300.347	2.247.059
Octubre	2.391.146	2.252.583	2.095.785	2.214.417	2.254.905
Novembre	1.715.545	1.953.523	2.125.324	2.410.032	2.489.937
Desembre	3.299.332	2.943.846	3.076.075	3.325.359	2.652.943
	23.083.706	27.119.688	27.113.232	28.745.108	27.100.442

	2002	2003	2004	2005	2006
Gener	2.027.362	1.798.631	902.115	2.282.106	2.574.777
Febrer	2.050.257	1.846.876	3.746.615	2.648.375	3.052.146
Març	2.077.987	2.175.860	2.545.842	2.873.328	3.238.034
Abril	2.295.715	2.404.070	2.741.472	2.871.302	2.990.090
Maig	2.369.929	2.358.152	2.914.171	2.843.362	3.134.911
Juny	2.010.517	2.219.768	2.562.572	3.111.484	3.443.759
Juliol	2.362.846	2.543.630	3.191.879	2.760.867	3.195.878
Agost	1.836.102	2.163.210	2.608.543	2.888.890	3.289.036
Setembre	2.184.281	2.838.930	2.887.055	2.633.904	3.371.390
Octubre	2.211.128	2.816.753	2.778.031	3.176.657	3.479.497
Novembre	2.329.969	2.524.768	2.907.270	2.895.675	3.057.473
Desembre	2.501.015	2.408.628	3.428.704	3.104.544	3.763.836
	26.257.108	28.099.276	33.214.269	34.090.494	38.590.827

	2007	2008	2009	2010	2011
Gener	2.739.360	2.955.006	2.174.448	2.354.172	2.821.620
Febrer	3.115.037	3.264.191	2.946.642	2.475.757	2.547.309
Març	3.268.278	3.023.364	2.855.259	2.304.658	2.953.418
Abril	3.386.115	3.874.591	2.866.443	2.880.394	3.291.864
Maig	3.271.491	2.904.732	2.364.482	2.626.057	2.653.350
Juny	3.623.201	3.543.466	2.811.639	3.401.247	2.960.668
Juliol	3.254.392	3.215.787	2.679.493	3.120.417	2.536.550
Agost	3.392.871	3.529.102	2.705.478	2.964.018	2.529.572
Setembre	3.215.406	3.645.248	2.663.823	3.075.498	2.559.170
Octubre	3.093.611	2.979.678	2.710.719	2.979.793	2.411.057
Novembre	3.430.452	2.808.060	2.709.000	3.072.595	2.290.301
Desembre	4.224.112	3.654.713	2.692.707	3.411.579	2.447.668
	40.014.326	39.397.938	32.180.133	34.666.185	32.002.547

	2012	2013	2014
Gener	2.056.434	2.336.958	2.215.757
Febrer	2.335.048	2.562.874	2.082.015
Març	2.331.725	2.585.683	2.626.557
Abril	1.937.577	2.331.019	2.616.908
Maig	2.337.506	2.707.954	2.735.923
Juny	2.578.413	2.501.997	2.792.701
Juliol	2.096.505	2.504.120	2.581.159
Agost	2.737.754	2.985.116	2.544.387
Setembre	2.808.727	2.270.807	2.685.243
Octubre	2.668.886	2.555.404	2.693.291
Novembre	2.782.038	2.179.482	2.675.511
Desembre	2.836.573	2.551.465	2.759.561
	29.507.186	30.072.879	31.009.013

2.3.8. Port de Pasajes: gener de 1992 a desembre de 2014.

	1992	1993	1994	1995	1996
Gener	226.454	241.345	292.741	272.352	274.671
Febrer	266.003	292.263	314.374	307.424	264.796
Març	390.075	332.995	370.463	334.919	290.997
Abril	374.263	393.257	342.574	335.234	325.448
Maig	435.230	334.693	306.689	413.693	281.168
Juny	396.096	391.628	344.203	397.049	307.422
Juliol	359.622	403.713	310.953	267.116	325.125
Agost	260.608	283.763	246.965	422.726	270.242
Setembre	401.674	436.633	349.685	401.161	338.769
Octubre	369.593	370.893	354.086	393.987	285.259
Novembre	324.673	410.140	317.575	308.287	257.686
Desembre	333.806	401.191	305.962	280.246	288.465
	4.138.097	4.292.514	3.856.270	4.134.194	3.510.048

	1997	1998	1999	2000	2001
Gener	321.289	244.775	330.592	288.118	288.118
Febrer	203.364	357.635	368.700	373.390	375.834
Març	326.589	353.401	410.851	420.761	386.289
Abril	471.685	347.187	419.177	337.469	366.285
Maig	315.274	376.061	478.393	482.833	391.921
Juny	294.304	305.211	451.532	366.326	560.460
Juliol	360.291	356.553	333.198	333.173	382.422
Agost	262.444	187.145	362.531	366.393	368.164
Setembre	399.585	352.921	273.438	344.564	451.290
Octubre	344.642	277.667	347.466	413.414	395.319
Novembre	248.128	401.532	340.686	397.107	352.107
Desembre	291.221	486.211	412.386	406.427	399.647
	3.838.816	4.046.299	4.528.950	4.529.975	4.717.856

	2002	2003	2004	2005	2006
Gener	260.703	362.552	361.310	415.396	455.281
Febrer	402.871	464.897	460.518	422.259	427.632
Març	398.639	452.198	412.753	455.888	553.401
Abril	454.132	500.024	482.645	463.527	434.877
Maig	572.701	587.249	547.951	449.792	519.550
Juny	421.652	562.801	463.545	455.130	528.499
Juliol	493.818	449.039	521.433	416.161	375.083
Agost	442.283	445.681	458.760	398.488	319.031
Setembre	452.640	525.187	495.561	525.106	452.243
Octubre	487.512	579.559	488.904	410.324	525.202
Novembre	474.836	473.619	550.080	537.287	470.065
Desembre	532.883	543.884	492.681	460.078	450.328
	5.394.670	5.946.690	5.736.141	5.409.436	5.511.192

	2007	2008	2009	2010	2011
Gener	233.682	314.529	248.371	214.572	287.511
Febrer	492.401	403.404	217.867	230.914	361.756
Març	429.889	409.631	247.080	383.257	379.535
Abril	401.133	478.397	268.934	380.102	251.105
Maig	526.725	458.923	329.402	342.667	250.878
Juny	561.737	485.423	247.344	373.189	280.004
Juliol	354.690	455.067	313.410	309.546	244.823
Agost	318.408	354.778	264.788	221.547	221.591
Setembre	393.948	445.069	341.519	361.601	194.751
Octubre	452.263	366.676	358.241	359.387	268.981
Novembre	454.241	254.370	336.777	344.574	253.914
Desembre	458.437	351.889	345.372	376.619	257.293
	5.077.554	4.778.156	3.519.105	3.897.975	3.252.142

	2012	2013	2014
Gener	260.956	212.882	249.484
Febrer	269.915	226.221	276.228
Març	321.057	227.683	317.629
Abril	309.898	217.049	299.630
Maig	292.427	220.939	284.890
Juny	254.125	278.518	294.584
Juliol	280.906	207.198	282.612
Agost	175.847	194.722	235.655
Setembre	254.089	257.171	304.296
Octubre	249.029	287.931	337.218
Novembre	200.590	315.730	287.857
Desembre	232.119	309.529	333.058
	3.100.958	2.955.573	3.503.141

2.3.9. Port de Dunkerque: gener de 1994 a desembre de 2014.

	1994	1995	1996	1997	1998
Gener	2.997.812	3.686.470	2.198.687	3.519.720	2.847.612
Febrer	3.548.568	2.651.158	2.846.220	2.335.656	2.802.619
Març	3.157.617	3.833.885	2.886.493	3.731.372	3.559.810
Abril	3.453.727	3.485.139	3.091.276	3.219.581	3.683.466
Maig	3.112.101	3.192.828	2.772.892	3.566.180	3.143.230
Juny	3.410.630	3.806.172	3.044.594	2.370.634	3.096.601
Juliol	3.385.794	2.947.841	2.969.176	3.140.123	3.201.312
Agost	3.257.362	3.435.588	2.557.166	2.780.961	3.266.616
Setembre	2.337.854	3.434.002	3.060.792	3.058.132	3.394.910
Octubre	2.600.408	3.445.523	2.923.938	3.011.883	3.127.483
Novembre	3.060.105	2.720.944	3.031.896	2.854.112	3.477.147
Desembre	2.846.771	2.745.583	3.565.884	2.961.221	3.628.829
	37.168.749	39.385.133	34.949.014	36.549.575	39.229.635

	1999	2000	2001	2002	2003
Gener	3.366.321	3.801.148	4.312.921	3.736.276	3.824.257
Febrer	3.115.971	3.677.713	3.493.947	3.927.332	4.119.840
Març	3.481.803	3.949.661	4.055.746	4.190.459	4.068.450
Abril	3.351.346	3.429.919	3.973.361	3.620.271	4.591.028
Maig	3.417.734	4.196.440	4.312.860	3.963.776	4.066.099
Juny	3.083.560	3.418.940	4.081.497	3.950.308	5.054.121
Juliol	3.084.137	4.191.519	3.197.367	4.110.469	4.401.893
Agost	3.018.013	3.183.532	3.138.245	3.529.046	4.233.482
Setembre	2.569.004	3.659.887	3.310.886	3.950.861	3.930.421
Octubre	3.205.324	3.674.470	3.661.982	4.129.661	3.965.405
Novembre	3.364.000	4.472.046	3.922.750	4.438.079	3.753.338
Desembre	3.228.451	3.630.925	3.026.541	4.038.742	4.079.593
	38.285.664	45.286.199	44.488.104	47.585.279	50.087.928

	2004	2005	2006	2007	2008
Gener	4.223.827	3.751.572	4.908.665	5.114.215	4.565.023
Febrer	4.013.396	4.245.489	3.904.619	4.067.233	4.742.869
Març	4.150.016	4.666.766	4.964.783	4.807.400	4.421.840
Abril	4.122.910	4.807.773	4.432.161	4.445.708	5.288.457
Maig	4.849.827	5.141.444	5.043.966	4.813.354	5.200.899
Juny	4.423.902	4.796.835	4.878.859	5.187.336	4.816.155
Juliol	4.394.910	4.191.059	5.045.456	4.954.641	4.894.783
Agost	4.071.184	4.569.783	4.343.916	4.840.992	5.145.958
Setembre	3.844.946	3.900.137	4.582.155	4.832.476	5.269.450
Octubre	4.572.926	4.676.158	5.209.675	4.599.227	5.031.775
Novembre	3.569.586	4.056.218	4.685.376	4.473.310	4.692.344
Desembre	4.765.426	4.633.903	4.639.968	4.957.469	3.696.586
	51.002.857	53.437.137	56.639.601	57.093.362	57.766.140

	2009	2010	2011	2012	2013
Gener	3.230.118	3.696.136	3.588.129	4.156.538	3.788.674
Febrer	3.448.760	3.112.485	4.017.659	3.488.105	3.107.664
Març	3.917.063	3.865.933	3.949.760	4.257.330	3.170.749
Abril	3.694.891	3.519.261	4.089.635	4.126.864	4.024.808
Maig	3.441.221	3.534.380	4.365.235	3.766.229	3.334.397
Juny	3.475.882	3.671.849	4.336.046	3.766.033	3.539.729
Juliol	4.098.231	3.821.125	3.586.596	4.087.688	3.749.154
Agost	4.477.423	2.937.791	3.487.392	3.854.611	3.710.187
Setembre	4.550.114	3.779.569	3.949.167	3.801.738	3.455.311
Octubre	3.944.425	3.693.955	4.282.730	4.550.359	4.025.402
Novembre	3.383.622	3.658.668	4.363.647	3.714.102	3.978.709
Desembre	3.361.585	3.432.189	3.538.772	4.059.609	3.685.425
	45.023.335	42.723.339	47.554.768	47.629.207	43.570.210

	2014
Gener	3.792.116
Febrer	3.665.309
Març	4.148.166
Abril	4.048.026
Maig	3.781.498
Juny	3.695.851
Juliol	4.320.416
Agost	3.971.937
Setembre	4.017.759
Octubre	3.969.209
Novembre	3.754.200
Desembre	3.938.635
	47.103.122

2.3.10. Port de Ghent: gener de 2003 a desembre de 2014.

	2003	2004	2005	2006	2007
Gener	2.157.978	1.965.226	1.869.081	1.778.274	2.288.725
Febrer	2.125.519	2.009.338	1.577.777	1.638.903	1.565.144
Març	1.977.870	1.739.351	1.864.080	2.063.092	2.028.459
Abril	1.841.237	2.212.095	1.956.271	1.864.154	2.116.618
Maig	1.790.290	2.034.390	1.695.362	2.103.716	1.902.219
Juny	1.823.421	1.626.308	2.089.098	1.916.430	2.101.383
Juliol	1.623.708	2.296.388	1.755.371	1.960.858	1.970.464
Agost	2.150.812	1.889.493	1.947.606	2.128.249	2.009.998
Setembre	2.011.138	2.086.687	1.638.452	2.044.729	2.380.583
Octubre	2.022.398	2.326.258	1.982.017	2.283.933	2.257.407
Novembre	2.286.659	2.201.886	1.799.177	2.095.712	2.110.482
Desembre	1.734.667	2.568.837	2.048.647	2.266.186	2.371.762
	23.545.697	24.956.257	22.222.939	24.144.236	25.103.244

	2008	2009	2010	2011	2012
Gener	2.032.235	1.892.173	1.839.273	2.575.390	2.061.530
Febrer	2.231.075	1.568.724	1.982.014	2.116.280	1.815.190
Març	2.234.813	1.413.811	2.198.502	2.472.295	2.422.341
Abril	2.185.828	1.583.000	2.520.071	2.405.802	2.319.951
Maig	2.624.245	1.353.110	2.276.462	2.173.999	2.500.275
Juny	2.352.649	1.499.795	2.726.495	2.405.093	2.067.411
Juliol	2.331.552	1.592.697	2.254.363	2.274.254	2.187.403
Agost	2.330.362	1.930.863	2.067.359	2.027.840	2.459.600
Setembre	2.495.980	1.818.358	2.173.174	2.212.169	2.215.956
Octubre	2.286.522	2.089.910	2.423.620	2.674.020	2.183.430
Novembre	2.260.117	1.842.340	2.600.415	1.918.457	2.199.420
Desembre	1.662.029	2.201.973	2.216.516	1.932.203	1.870.896
	27.027.407	20.786.754	27.278.264	27.187.802	26.303.403

	2013	2014
Gener	1.839.442	2.063.651
Febrer	2.348.049	1.867.951
Març	1.869.623	2.442.071
Abril	2.308.950	2.403.294
Maig	2.325.561	2.179.224
Juny	1.802.935	2.262.670
Juliol	2.103.515	1.897.942
Agost	2.193.508	2.146.591
Setembre	2.339.826	2.118.794
Octubre	2.450.835	2.200.174
Novembre	2.070.517	2.293.292
Desembre	2.303.053	2.013.603
	25.955.814	25.889.257

2.3.11. Port d'Anvers: gener de 1992 a desembre de 2014.

	1992	1993	1994	1995	1996
Gener	8.581.202	7.621.433	9.012.694	9.298.336	7.861.967
Febrer	7.901.418	7.221.041	8.063.801	8.282.139	7.997.476
Març	8.401.563	8.238.454	9.658.917	9.853.223	8.746.594
Abril	9.185.670	8.392.899	9.528.006	9.379.843	9.188.979
Maig	8.534.749	8.535.692	9.580.747	10.177.963	9.228.444
Juny	8.699.913	8.467.107	9.745.488	8.897.505	9.357.920
Juliol	8.528.064	8.511.861	9.083.537	9.044.971	8.344.576
Agost	8.923.798	8.257.899	8.165.634	8.298.563	8.841.997
Setembre	8.604.519	8.843.815	9.498.483	8.033.155	8.530.286
Octubre	8.690.679	9.859.501	8.835.330	8.873.407	9.728.449
Novembre	8.497.316	8.957.234	9.437.873	8.991.835	9.247.101
Desembre	9.390.257	8.871.635	8.814.943	8.939.842	9.377.807
	103.939.148	101.778.571	109.425.453	108.070.782	106.451.596

	1997	1998	1999	2000	2001
Gener	8.616.677	10.053.801	9.309.655	10.581.382	11.085.004
Febrer	8.731.258	9.677.230	8.529.924	10.044.011	10.364.688
Març	10.011.177	10.157.078	9.644.793	10.513.793	11.227.200
Abril	9.412.581	10.140.611	9.387.686	10.210.224	10.561.827
Maig	9.504.941	10.156.209	9.155.932	10.860.811	11.876.201
Juny	8.339.507	10.141.057	9.595.873	11.265.911	10.499.806
Juliol	9.777.242	9.885.688	9.750.868	10.035.492	10.551.561
Agost	9.228.268	9.852.995	9.976.534	11.935.255	10.114.990
Setembre	9.151.158	10.045.160	9.868.813	10.890.401	10.749.422
Octubre	9.439.493	9.640.022	10.268.977	11.495.214	10.656.842
Novembre	9.593.231	9.720.229	10.291.878	11.677.020	10.975.385
Desembre	10.046.203	10.304.108	9.873.087	11.484.245	10.930.744
	111.851.736	119.774.188	115.654.020	130.993.759	129.593.670

	2002	2003	2004	2005	2006
Gener	10.325.280	11.230.618	12.163.603	13.193.110	12.909.837
Febrer	10.094.101	11.087.359	12.160.289	12.569.987	12.440.046
Març	11.107.048	12.147.540	13.128.985	13.476.825	14.627.824
Abril	10.576.732	12.270.550	12.652.673	13.750.766	14.402.783
Maig	11.245.365	12.245.811	12.918.639	13.663.780	14.668.862
Juny	10.729.211	11.598.183	12.644.206	12.822.639	14.343.916
Juliol	11.502.375	11.858.178	12.732.470	13.794.335	13.531.720
Agost	10.719.364	11.916.328	12.528.436	13.568.489	14.171.313
Setembre	11.287.183	11.510.944	12.536.476	13.069.357	13.213.322
Octubre	10.914.462	13.063.794	13.377.674	13.217.975	14.706.715
Novembre	10.965.353	11.780.063	12.331.655	13.046.387	14.399.549
Desembre	12.163.557	12.165.141	13.152.588	13.885.040	13.972.252
	131.630.033	142.874.512	152.327.694	160.058.689	167.388.140

	2007	2008	2009	2010	2011
Gener	14.560.214	15.172.573	11.671.804	13.432.821	15.992.037
Febrer	13.633.400	15.235.338	12.435.065	13.156.572	15.257.902
Març	16.487.562	15.953.824	13.188.275	15.492.518	16.115.885
Abril	14.871.702	16.509.550	13.131.658	15.355.822	16.325.210
Maig	14.924.205	16.673.094	13.186.419	14.996.151	16.503.947
Juny	14.525.650	16.694.103	13.475.543	14.432.183	15.688.892
Juliol	15.216.880	16.247.349	13.154.921	15.248.043	15.421.688
Agost	15.422.917	16.313.252	13.113.230	14.860.837	15.403.751
Setembre	15.118.832	15.634.608	13.468.189	15.223.993	15.411.939
Octubre	16.733.899	16.371.321	14.277.428	16.027.343	16.132.620
Novembre	15.223.157	15.007.308	13.327.151	14.998.093	14.094.032
Desembre	16.230.870	13.610.346	13.380.325	14.945.416	14.854.892
	182.949.288	189.422.665	157.810.008	178.169.792	187.202.795

	2012	2013	2014
Gener	15.431.084	15.159.221	15.794.491
Febrer	15.198.403	15.620.280	14.658.423
Març	15.727.338	16.229.814	17.766.528
Abril	15.450.175	16.466.702	16.940.096
Maig	15.772.973	16.159.244	16.999.659
Juny	16.256.385	16.031.318	16.131.642
Juliol	15.551.656	16.400.985	16.823.667
Agost	14.785.484	15.971.431	16.747.958
Setembre	14.756.669	14.953.331	16.646.377
Octubre	15.192.056	16.770.801	17.407.058
Novembre	14.812.515	15.197.798	16.883.921
Desembre	15.193.984	16.011.071	16.214.636
	184.128.722	190.971.996	199.014.456

2.3.12. Port de Bremen: gener de 1992 a desembre de 2014 (en milers de tones).

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Gener	2.611	1.998	2.490	2.435	2.286	2.548	3.021
Febrer	2.514	2.195	2.351	2.396	2.500	2.485	2.644
Març	2.628	2.491	2.651	2.613	2.629	2.780	2.969
Abril	2.399	2.213	2.605	2.754	2.427	3.007	3.003
Maig	2.779	2.271	2.717	2.888	2.826	2.954	2.729
Juny	2.339	2.298	2.594	2.760	2.811	2.855	3.028
Juliol	2.699	2.541	2.710	2.682	2.644	3.012	3.059
Agost	2.533	2.305	2.450	2.533	2.748	2.816	2.927
Setembre	2.517	2.326	2.432	2.537	2.512	2.751	2.798
Octubre	2.532	2.628	2.717	2.576	2.819	3.065	2.768
Novembre	2.352	2.397	2.487	2.523	2.607	2.921	2.736
Desembre	2.036	2.693	2.678	2.496	2.751	2.799	2.802
	29.939	28.356	30.882	31.193	31.560	33.993	34.484

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Gener	2.649	3.306	3.635	3.441	3.787	3.841	4.161
Febrer	2.622	3.612	3.792	3.351	4.066	3.802	4.209
Març	2.999	3.663	3.989	4.094	4.536	4.465	4.526
Abril	2.698	3.607	3.960	3.680	4.324	4.353	4.850
Maig	3.102	3.883	3.984	3.878	4.025	4.132	4.802
Juny	3.242	3.642	3.796	3.790	4.173	4.391	4.333
Juliol	3.266	4.002	3.954	4.184	3.786	4.387	4.531
Agost	2.900	3.904	3.862	4.007	3.891	4.693	4.373
Setembre	2.883	3.795	3.701	3.870	4.010	4.300	4.345
Octubre	3.080	3.791	3.921	4.107	4.205	4.804	4.771
Novembre	3.308	3.852	3.815	4.166	4.154	4.590	4.751
Desembre	3.274	3.911	3.725	3.990	4.016	4.527	4.690
	36.023	44.968	46.134	46.558	48.973	52.285	54.342

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gener	4.831	5.193	5.773	4.160	5.354	6.103	6.990
Febrer	4.685	5.261	6.028	4.414	4.966	6.084	7.196
Març	5.551	6.086	6.118	5.059	5.858	6.695	7.561
Abril	5.238	5.891	6.677	4.905	6.217	6.869	7.214
Maig	5.677	5.724	6.442	5.154	6.204	7.602	7.309
Juny	5.434	5.747	6.368	5.452	5.788	6.696	7.485
Juliol	5.908	6.103	6.591	5.492	5.720	7.054	7.421
Agost	5.531	5.749	6.709	5.233	5.506	6.664	6.930
Setembre	5.681	6.037	6.440	5.593	5.628	6.636	6.733
Octubre	5.753	5.853	6.826	6.008	6.188	7.205	6.823
Novembre	5.455	6.051	5.884	5.919	5.819	6.541	6.270
Desembre	5.355	5.517	4.791	5.647	5.442	6.436	6.072
	65.099	69.212	74.647	63.036	68.690	80.585	84.004

	2013	2014
Gener	6.038	5.908
Febrer	6.275	6.273
Març	6.607	6.793
Abril	7.166	6.878
Maig	6.983	6.644
Juny	6.694	6.350
Juliol	6.894	6.930
Agost	6.430	6.847
Setembre	6.356	6.614
Octubre	7.019	6.807
Novembre	6.451	6.064
Desembre	5.855	6.152
	78.768	78.260

Les dades presentades han estat obtingudes de les següents fonts d'informació:

Port de Barcelona: Autoritat Portuària de Barcelona i Puertos del Estado.

Port de Tarragona: Autoritat Portuària de Tarragona i Puertos del Estado.

Port de València: Puertos del Estado.

Port d'Algesires: Puertos del Estado.

Port de Gènova: Autoritat Portuària de Gènova.

Port de Taranto: Autoritat Portuària de Taranto.

Port de Bilbao: Puertos del Estado.

Port de Pasajes: Puertos del Estado.

Port de Dunkerque: Autoritat Portuària de Dunkerque.

Port de Ghent: Autoritat Portuària de Ghent.

Port d'Anvers: Autoritat Portuària d'Anvers,

Port de Bremen: Autoritat Portuària de Bremen.

Les Autoritats Portuàries han subministrat la informació directament, mentre que Puertos del Estado ha subministrat la informació a través de la seva pàgina web.

2.4. Scripts en llenguatge R:

S'explicitaran els scripts en llenguatge R en l'ordre en que s'ha presentat el seu pla estratègic i en l'ordre en que es presentaran els resultats en el proper capítol, però s'observarà que hi ha, en base a les sèries de dades mensuals corresponents al tràfic portuari, quatre tipologies de scripts a considerar tenint en compte que a totes les sèries se'ls aplicarà transformació logarítmica:

1. Ports amb estacionalitat i diferenciació regular.

- Port de Barcelona.
- Port d'Anvers.
- Port de Bremen.

2. Ports només amb transformació logarítmica.

- Port de Tarragona.
- Port de Ghent.

3. Ports amb diferenciació regular.

- Port de València.
- Port de Taranto.
- Port de Pasajes.
- Port de Dunkerque.

4. Ports amb estacionalitat.

- Port d'Algesires.
- Port de Gènova.
- Port de Bilbao.

Per exemplificar els scripts de les diferents tipologies s'agafarà com a exemple el primer dels ports de cada tipus: Barcelona, Tarragona, València i Algesires.

2.4.1. Ports amb estacionalitat i diferenciació regular:

```
##Dades mensuals en Tn. de càrrega Barcelona 01.94 - 12.14.

#Lectura i gràfica de les dades.

apb=ts(read.table("APB2015.txt")[,1],start=1994,freq=12)
plot(apb)

#Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs.
desviació estàndard.

ng=length(apb)%/%12*12
m=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))

#Transformació logaritme (canvi d'escala).
#Heterocedasticitat. Variància no constant.

lnapb=log(apb)
plot(lnapb)

plot(decompose(lnapb))

monthplot(lnapb)

plot(stl(lnapb,s.window=12))

#Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme.

acf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

#Diferenciació d'ordre 12.

d12lnapb=diff(lnapb,12)
plot(d12lnapb)
abline(h=0)
mean(d12lnapb)

#Gràfica ACF i PACF. Diferenciació d'ordre 12.

acf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

#Diferenciació regular.

d1lnapb=diff(lnapb)
plot(d1lnapb)
abline(h=0)
```



```

mean(d1lnapb)

#Gràfica ACF i PACF. Diferenciació regular.

acf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

#Diferenciació regular després de diferenciació d'ordre 12.

d1d12lnapb=diff(d12lnapb)
plot(d1d12lnapb)
abline(h=0)
mean(d1d12lnapb)

#Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació estacional i
regular.

acf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb,ylim=c(-
1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

#Càlcul de variàncies.

var(lnapb)
var(d1lnapb)
var(d12lnapb)
var(d1d12lnapb)
var(diff(d1d12lnapb))

#Càlcul model ARIMA.

mod1=arima(lnapb,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),
period=12))
mod1

#Model Alternatiu 1.

mod2=arima(lnapb,order=c(2,1,0),seasonal=list(order=c(0,1,1),
period=12))
mod2

#Model Alternatiu 2.

mod3=arima(lnapb,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(5,1,0),
period=12))
mod3

#Model Alternatiu 3.

mod4=arima(lnapb,order=c(2,1,0),seasonal=list(order=c(5,1,0),
period=12))
mod4

s=12

```

```

dades=d1d12lnapb
model=model

### Validació. ###

resid=model$residuals

#Plot dels residus.

plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)

#Plot de normalitat dels residus.

qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
win.graph()
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,8),freq=F)
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)

#Gràfica ACF i PACF dels residus.

acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(2,rep(1,s-1)),lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(rep(1,s-1),2),lwd=3)

#Gràfica ACF i PACF dels residus al quadrat.

acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(2,rep(1,s-1)),lwd=3)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(rep(1,s-1),2),lwd=3)

#Diagnòstic Ljung-Box.

par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=7*s)

#Estacionarietat i Invertibilitat.

print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))

print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))

#Expressió del model com MA infinit (pesos psi's).

psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=
model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)

#Expressió del model com AR infinit (pesos pi's).

pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-
model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)

```

```

print(pis)

#Comparació d'ACF mostral i del model estimat.

par(mfrow=c(2,2))
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

#Comparació de PACF mostral i del model estimat.

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=
T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

### Fi Validació. ###

lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=diff(lnapb2,12)
d1d12lnapb2=diff(d12lnapb2)

### Estabilitat. ###

mod=arima(d1d12lnapb,order=c(0,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1)
,period=12))
mod

mod2=arima(d1d12lnapb2,order=c(0,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,
1),period=12))
mod2

### Capacitat de Previsió. ###

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-
ts(c(lnapb[length(lnapb2)],pred1$pred),start=c(2013,12),freq=12)
se<-ts(c(0,pred1$se),start=c(2013,12),freq=12)

#Intervals

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,
2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,err=100*(apb-
pr)/apb),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]

```

```

prev<-resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs(obs-prev)/obs)
mod.EAM

### Previsió a llarg termini. ###

predl=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-
ts(c(lnapb[length(lnapb)],predl$pred),start=c(2014,12),freq=12)
se<-ts(c(0,predl$se),start=c(2014,12),freq=12)

#Intervals

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,
2016),type="o")
abline(v=2012+0:5,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
resul

### Atípics. ###

source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(mod,dif=c(1,12),crit=2.8,LS=T)

##### La següent línia només s'executa si hi ha constant en el
model.

mod.atip$atip[,1]=mod.atip$atip[,1]+12

#S'estima el model per a la sèrie diferenciada regular i d'ordre
12.

atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep",
"Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-
1)%%12+1],1994+((atipics[,1]-
1)%/%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2

lnapb.lin=lineal(lnapb,mod.atip$atip)
plot(lnapb)
lines(lnapb.lin,col=2)

apb.lin=ts(exp(lnapb.lin),start=1994,freq=12)

plot(apb,col=1)
lines(apb.lin,col=2)

```

```

plot(lnapb-lnapb.lin)

d12lnapb.lin=diff(lnapb.lin,12)
var(d12lnapb.lin)
d1d12lnapb.lin=diff(d12lnapb.lin)
var(d1d12lnapb.lin)
acf(d1d12lnapb.lin,ylim=c(-
1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb.lin,ylim=c(-
1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1
,1),period=12))
mod.lin

### Model Alternatiu ###
###
mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(2,1,0),seasonal=list(order=c(0,1
,1),period=12))
### mod.lin

s=12
dades=d1d12lnapb.lin
model=mod.lin

### Validació. ###

resid=model$residuals

#Plot dels residus.

plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)

#Plot de normalitat dels residus.

qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
win.graph()
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,12),freq=F)
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)

#Gràfica ACF i PACF dels residus.

acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(2,rep(1,s-1)),lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(rep(1,s-1),2),lwd=3)

#Gràfica ACF i PACF dels residus al quadrat.

acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(2,rep(1,s-1)),lwd=3)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(rep(1,s-1),2),lwd=3)

```

```

#Diagnòstic Ljung-Box.

par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=7*s)

#Estacionarietat i Invertibilitat.

print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))

print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))

#Expressió del model com MA infinit (pesos psi's).

psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=
model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)

#Expressió del model com AR infinit (pesos pi's).

pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-
model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)

#Comparació d'ACF mostral i del model estimat.

par(mfrow=c(2,2))
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

#Comparació de PACF mostral i del model estimat.

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,
pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

### Fi Validació. ###

lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
lnapb2.lin=window(lnapb.lin,end=c(2013,12))

### Estabilitat. ###

mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1
,1),period=12))
mod.lin

mod2.lin=arima(lnapb2.lin,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0
,1,1),period=12))
mod2.lin

```

```

### Capacitat de Previsió. ###

pred1=predict(mod2.lin,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
ts(c(lnapb[length(lnapb2)],pred1$pred),start=c(2013,12),freq=12)
se<-ts(c(0,pred1$se),start=c(2013,12),freq=12)

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,
2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.lin.EQM
mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.lin.EAM

### Previsió a llarg termini. ###

pred1=predict(mod.lin,n.ahead=12)

pr<-
ts(c(lnapb[length(lnapb)],pred1$pred),start=c(2014,12),freq=12)
se<-ts(c(0,pred1$se),start=c(2014,12),freq=12)

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,
2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```

2.4.2. Ports només amb transformació logarítmica:

```
#Dades mensuals en Tn. de càrrega Tarragona 01.00 - 12.14.

#Lectura i gràfica de les dades.

apt=ts(read.table("APT2015.txt")[,1]/1000,start=2000,freq=12)
plot(apt)

#Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació
estàndard.

ng=length(apt)/%12*12
m=apply(matrix(apt[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apt[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))

#Transformació logaritme (canvi d'escala).
#Heterocedasticitat. Variància no constant.

lnapt=log(apt)
plot(lnapt)

plot(decompose(lnapt))

#Del gràfic decompose es dedueix una component estacional negligible.
#Es tractarà d'un model ARMA.

monthplot(lnapt)

plot(stl(lnapt,s.window=1000))

plot(stl(lnapt,s.window=12))

#Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme.

acf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)

#Diferenciació regular.

d1lnapt=diff(lnapt)
plot(d1lnapt)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapt),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapt),col=4,lty=3)

#S'observen situacions relacionades amb atípics.

#Càlcul de les variàncies.

var(lnapt)
var(d1lnapt)

#ACF i PACF després de la diferenciació regular.

acf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



```

win.graph()
pacf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)

#Càlcul model ARIMA.

mod1=arima(lnapt,order=c(2,0,0))
mod1
mod2=arima(lnapt,order=c(1,0,2))
mod2
mod3=arima(lnapt,order=c(2,0,1))
mod3

tsdiag(mod1,gof.lag=40)
tsdiag(mod2,gof.lag=40)
tsdiag(mod3,gof.lag=40)

dades=lnapt
model=mod3

#Validació.

#Residus de l'estimació.

resid=model$residuals

#Plot dels residus.

plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)

#Plot de normalitat dels residus.

qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
win.graph()
hist(resid,breaks=10,freq=F)
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)

#ACF i PACF dels residus.

acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)

#ACF i PACF dels residus al quadrat

acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)

#Diagnòstics Ljung-Box

par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=50)

#Estacionarietat i Invertibilitat.

print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))

```

```

#Expressió del model com MA infinit (pesos psi's).

psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)

#Expressió del model com AR infinit (pesos pi's).

pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)

#Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat.

par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

#Fi Validació.

lnapt2=window(lnapt,end=c(2013,12))

### Estabilitat. ###

mod=arima(lnapt,order=c(2,0,1))
mod

mod2=arima(lnapt2,order=c(2,0,1))
mod2

### Capacitat de Previsió. ###

pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt2[length(lnapt2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apt,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),
type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apt,error=apt-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM

```

```

mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

### Previsió a llarg termini. ###

pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt[length(lnapt)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apt,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),
type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

#Atípics.

source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(0,0),crit=2.5,LS=T)
mod.atip$atip

atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct",
"Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-
1)%%12+1],2000+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2

plot(resid)
lines(mod.atip$resid,col=2)
abline(h=3*sd(resid),col=4,lty=2)
abline(h=-3*sd(resid),col=4,lty=2)

lnapt.lin=lineal(lnapt,mod.atip$atip)
apt.lin=ts(exp(lnapt.lin),start=2000,freq=12)
plot(apt,col=1)
lines(apt.lin,col=2)

plot(lnapt-log(apt.lin))

acf(lnapt.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapt.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)

mod.lin=arima(lnapt.lin,order=c(2,0,1))
mod.lin

dades=lnapt.lin
model=mod.lin

### Validació. ###

#Residus de l'estimació.

```

```

resid=model$residuals

#Plot dels residus.

plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)

#Plot de normalitat dels residus.

qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
win.graph()
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)

#ACF i PACF dels residus.

acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)

#ACF i PACF dels residus al quadrat

acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)

#Diagnòstics Ljung-Box

par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=50)

#Estacionarietat i Invertibilitat.

print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))

print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))

#Expressió del model com MA infinit (pesos psi's).

psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)

#Expressió del model com AR infinit (pesos pi's).

pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)

#Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat.

par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),y
lim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")

```

```

plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

### Fi Validació. ###

lnapt2.lin=window(lnapt.lin,end=c(2013,12))

### Estabilitat. ###

mod.lin=arima(lnapt.lin,order=c(2,0,1))
mod.lin

mod2.lin=arima(lnapt2.lin,order=c(2,0,1))
mod2.lin

### Capacitat de Previsió. ###

pred=predict(mod2.lin,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt2[length(lnapt2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apr,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),
type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apr,error=apr-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.lin.EQM
mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.lin.EAM

### Previsió a llarg termini. ###

pred=predict(mod.lin,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt[length(lnapt)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apr,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),
type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```

2.4.3. Ports amb diferenciació regular:

```
#Dades mensuals en Tn. de càrrega València 01.92 - 12.14

#Lectura i gràfica de les dades.

apv=window(ts(read.table("APV-
MF2015.txt"))[,1]/1000,start=1992,freq=12),start=1992)
plot(apv)

#Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació
estàndard.

ng=length(apv)%/%12*12
m=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))

#Transformació logaritme (canvi d'escala).
#Heterocedasticitat. Variància no constant.

lnapv=log(apv)
plot(lnapv)

plot(decompose(lnapv))

#Del gràfic decompose es dedueix una component estacional negligible.
#Es tractarà d'un model ARMA.

monthplot(lnapv)

plot(stl(lnapv,s.window=1000))

plot(stl(lnapv,s.window=12))

#Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme.

acf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60,col=c(2,rep(1,11)))
win.graph()
pacf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60,col=c(rep(1,11),2))

#Diferenciació regular.

dllnapv=diff(lnapv)
plot(dllnapv)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapv),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapv),col=4,lty=3)

#S'observen situacions relacionades amb atípics.

#Càlcul de les variàncies.

var(lnapv)
var(dllnapv)

#ACF i PACF després de la diferenciació regular.
```

```

acf(dllnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=84,col=c(2,rep(1,11)))
win.graph()
pacf(dllnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=84,col=c(rep(1,11),2))

#Càlcul model ARIMA.

mod1=arima(dllnapv,order=c(0,0,3))
mod1
mod2=arima(dllnapv,order=c(11,0,0))
mod2
mod3=arima(dllnapv,order=c(4,0,5))
mod3

tsdiag(mod1,gof.lag=72)
tsdiag(mod2,gof.lag=72)
tsdiag(mod3,gof.lag=72)

dades=dllnapv
model=mod2

#Validació.

#Residus de l'estimació.

resid=model$residuals

#Plot dels residus.

plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)

#Plot de normalitat dels residus.

qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
win.graph()
hist(resid,breaks=10,freq=F)
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)

#ACF i PACF dels residus.

acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3,col=c(2,rep(1,11)))
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3,col=c(rep(1,11),2))

#ACF i PACF dels residus al quadrat

acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3,col=c(2,rep(1,11)))
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3,col=c(rep(1,11),2))

#Diagnòstics Ljung-Box

par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=84)

#Estacionarietat i Invertibilitat.

print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))

```

```

#Expressió del model com MA infinit (pesos psi's).

psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)

#Expressió del model com AR infinit (pesos pi's).

pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)

#Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat.

par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

#Fi Validació.

lnapv2=window(lnapv,end=c(2013,12))
dllnapv2=diff(lnapv2)

### Estabilitat. ####

mod=arima(dllnapv,order=c(11,0,0))
mod

mod2=arima(dllnapv2,order=c(11,0,0))
mod2

### Capacitat de Previsió. ###

pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-window(ts(cumsum(c(lnapv[1],dllnapv2,pred$pred)),start=c(1992,1),
freq=12),start=c(2013,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),
type="o")
abline(v=2013+0:12,lty=3,col=4)

```



```

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apv,error=apv-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

### Previsió a llarg termini. ###

pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(ts(cumsum(c(lnapv[1],dllnapv,pred$pred)),start=c(1992,1),
freq=12),start=c(2014,12))

model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),
type="o")
abline(v=2013+0:12,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
resul

### Atípics. ###

source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(1,0),crit=2.8,LS=T)
mod.atip$atip

atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct",
"Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-
1)%%12+1],1992+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2

plot(resid)
lines(mod.atip$resid,col=2)
abline(h=3*sd(resid),col=4,lty=2)
abline(h=-3*sd(resid),col=4,lty=2)

lnapv.lin=lineal(lnapv,mod.atip$atip)
apv.lin=ts(exp(lnapv.lin),start=1992,freq=12)

plot(apv,col=1)
lines(apv.lin,col=2)

lnapv.lin=lineal(lnapv,mod.atip$atip)

```

```

plot(lnapv,col=1)
lines(lnapv.lin,col=2)

plot(lnapv-log(apv.lin))

dllnapv.lin=diff(lnapv.lin)

acf(dllnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(dllnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)

apvlin.mod=arima(dllnapv.lin,order=c(11,0,0))
apvlin.mod

dades=dllnapv
model=apvlin.mod

#Validació.

#Residus de l'estimació.

resid=model$residuals

#Plot dels residus.

plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)

#Plot de normalitat dels residus.

qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
win.graph()
hist(resid,breaks=12,freq=F)
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)

#ACF i PACF dels residus.

acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)

#ACF i PACF dels residus al quadrat

acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)

#Diagnòstics Ljung-Box

par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=50)

#Estacionarietat i Invertibilitat.

print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))

print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))

#Expressió del model com MA infinit (pesos psi's).

```

```

psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)

#Expressió del model com AR infinit (pesos pi's).

pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)

#Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat.

par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

### Fi Validació. ###

lnapv2.lin=window(lnapv.lin,end=c(2013,12))
dllnapv2.lin=diff(lnapv2.lin)

### Estabilitat. ###

mod.lin=arima(dllnapv.lin,order=c(11,0,0))
mod.lin

mod2.lin=arima(dllnapv2.lin,order=c(11,0,0))
mod2.lin

### Capacitat de Previsió. ###

pred=predict(mod2.lin,n.ahead=12)

pr<-window(ts(cumsum(c(lnapv[1],dllnapv2,pred$pred)),start=c(1992,1),
freq=12),start=c(2013,12))

model<-mod2.lin$model
varZ<-mod2.lin$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),
type="o")
abline(v=2013+0:12,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apv,error=apv-pr),start=c(2014,1))

```

```

resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

### Previsió a llarg termini. ###

pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(ts(cumsum(c(lnapv[1],dl1napv,pred$pred)),start=c(1992,1),
freq=12),start=c(2014,12))

model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),
type="o")
abline(v=2013+0:12,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
resul

```

2.4.4. Ports amb estacionalitat:

```

##Dades mensuals en Tn. de càrrega del port d'Algesires 01.92 - 12.14.

#Lectura i gràfica de les dades.

apb=ts(read.table("APA-MF2015.txt")[,1]/1000,start=1992,freq=12)
plot(apb)

#Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació
estàndard.

ng=length(apb)%/%12*12
m=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))

#Transformació logaritme (canvi d'escala).
#Heterocedasticitat. Variància no constant.

lnapb=log(apb)
plot(lnapb)

```

```

plot(decompose(lnapb))

monthplot(lnapb)

plot(stl(lnapb,s.window=12))

#Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme.

acf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

#Diferenciació d'ordre 12.

d12lnapb=diff(lnapb,12)
plot(d12lnapb)
abline(h=0)
mean(d12lnapb)

#Gràfica ACF i PACF. Diferenciació d'ordre 12.

acf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

#Diferenciació regular.

d1lnapb=diff(lnapb)
plot(d1lnapb)
abline(h=0)
mean(d1lnapb)

#Gràfica ACF i PACF. Diferenciació regular.

acf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

#Diferenciació regular després de diferenciació d'ordre 12.

d1d12lnapb=diff(d12lnapb)
plot(d1d12lnapb)
abline(h=0)
mean(d1d12lnapb)

#Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació estacional i regular.

acf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

#Càlcul de variàncies.

var(lnapb)
var(d12lnapb)
var(d1lnapb)
var(d1d12lnapb)
var(diff(d1d12lnapb))

#Càlcul model ARIMA.

```

```

mod1=arima(d12lnapb,order=c(1,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),
period=12))
mod1

mod2=arima(d12lnapb,order=c(3,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),
period=12))
mod2

mod3=arima(d12lnapb,order=c(2,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),
period=12))
mod3

s=12
dades=d12lnapb
model=mod2

### Validació. ###

resid=model$residuals

#Plot dels residus.

plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)

#Plot de normalitat dels residus.

qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
win.graph()
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,5),freq=F)
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)

#Gràfica ACF i PACF dels residus.

acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(2,rep(1,s-1)),lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(rep(1,s-1),2),lwd=3)

#Gràfica ACF i PACF dels residus al quadrat.

acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(2,rep(1,s-1)),lwd=3)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(rep(1,s-1),2),lwd=3)

#Diagnòstic Ljung-Box.

par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=7*s)

#Estacionarietat i Invertibilitat.

print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))

print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))

#Expressió del model com MA infinit (pesos psi's).

psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)

```

```

print(psis)

#Expressió del model com AR infinit (pesos pi's).

pis=-ARMAtoma(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)

#Comparació d'ACF mostral i del model estimat.

par(mfrow=c(2,2))
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

#Comparació de PACF mostral i del model estimat.

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

### Fi Validació. ###

lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))

dl2lnapb2=window(dl2lnapb,end=c(2013,12))

### Estabilitat. ###

mod=arima(dl2lnapb,order=c(3,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),
period=12),fixed=c(NA,0,NA,NA,NA,NA))
mod

mod2=arima(dl2lnapb2,order=c(3,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),
period=12))
mod2

### Capacitat de Previsió. ###

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb2,start=c(2013,1),
end=c(2013,12))),start=c(2013,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoma(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),
type="o")

```

```

abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

### Previsió a llarg termini. ###

predl=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(predl$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),
end=c(2014,12))), start=c(2014,12))

model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),
type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

### Atípics. ###

source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(mod,dif=c(0,12),crit=2.5,LS=T)
mod.atip$atip[,1]=mod.atip$atip[,1]+12

#S'estima el model per a la sèrie diferenciada d'ordre 12.

atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct",
"Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-
1)%%12+1],1992+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2

lnapb.lin=lineal(lnapb,mod.atip$atip)
plot(lnapb)
lines(lnapb.lin,col=2)

plot(lnapb-lnapb.lin)

d12lnapb.lin=diff(lnapb.lin,12)

acf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)

```



```

win.graph()
pacf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)

mod.lin=arima(d12lnapb.lin,order=c(9,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod.lin

### Model Alternatiu ####
###
mod.lin=arima(d12lnapb.lin,order=c(1,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
### mod.lin

s=12
dades=d12lnapb.lin
model=mod.lin

### Validació. ###

resid=model$residuals

#Plot dels residus.

plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)

#Plot de normalitat dels residus.

qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
win.graph()
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)

#Gràfica ACF i PACF dels residus.

acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(2,rep(1,s-1)),lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(rep(1,s-1),2),lwd=3)

#Gràfica ACF i PACF dels residus al quadrat.

acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(2,rep(1,s-1)),lwd=3)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lag.max=7*s,col=c(rep(1,s-1),2),lwd=3)

#Diagnòstic Ljung-Box.

par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=7*s)

#Estacionarietat i Invertibilitat.

print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))

print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))

#Expressió del model com MA infinit (pesos psi's).

psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)

```

```

names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)

#Expressió del model com AR infinit (pesos pi's).

pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)

#Comparació d'ACF mostral i del model estimat.

par(mfrow=c(2,2))
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

#Comparació de PACF mostral i del model estimat.

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),
ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

### Fi Validació. ###

lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
lnapb2.lin=window(lnapb.lin,end=c(2013,12))

d12lnapb2.lin=window(d12lnapb.lin,end=c(2013,12))

### Estabilitat. ###

mod.lin=arima(d12lnapb.lin,order=c(9,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),
period=12))
mod.lin

mod2.lin=arima(d12lnapb2.lin,order=c(9,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,
1),period=12))
mod2.lin

### Capacitat de Previsió. ###

pred1=predict(mod2.lin,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

wLS=sum(mod.atip$atip[(mod.atip$atip$type_detected=="LS")&
mod.atip$atip$Obs<=length(lnapb2),3])
pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb2.lin,start=c(2013,1),
end=c(2013,12)))+wLS,start=c(2013,12))

model<-mod2.lin$model
varZ<-mod2.lin$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)

```

```

pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),
type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb, error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.lin.EQM
mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.lin.EAM

### Previsió a llarg termini. ###

predl=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(predl$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),
end=c(2014,12))), start=c(2014,12))

model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),
type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```

3. Resultats de la metodologia Box-Jenkins.

En aquest capítol es posaran de manifest tots els resultats obtinguts mitjançant estudi de Box-Jenkins de sèries temporals del tràfic dels ports objecte d'investigació en aquesta tesi doctoral.

Els primers ports estudiats seran els de Barcelona i Tarragona que són l'objectiu final de conclusió d'aquests estudis, que seran comparats amb les dades obtingudes utilitzant les sèries temporals de tràfic mensual dels ports mediterranis següents:

València, Algesires, Gènova i Taranto;

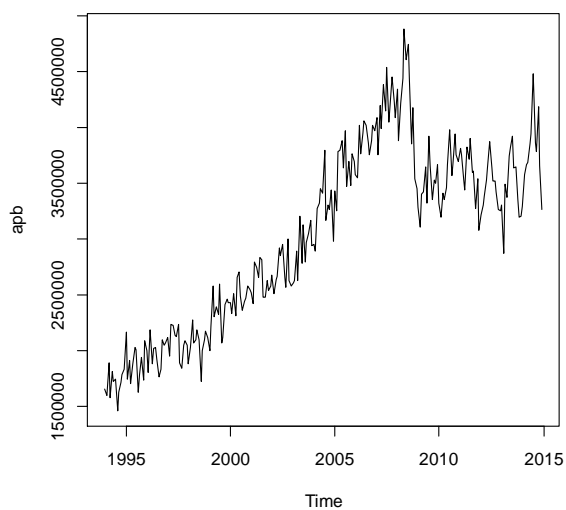
i dels ports atlàntics següents:

Bilbao, Pasajes, Dunkerque, Ghent, Anvers i Bremen.

3.1. Port de Barcelona: Sèrie de dades de gener de 1994 a desembre de 2014.

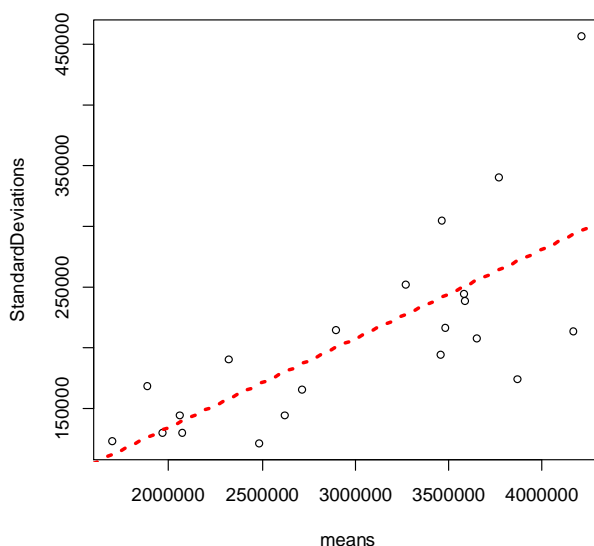
Lectura i gràfica de les dades:

```
apb=ts(read.table("APB2015.txt")[,1]/1000,start=1994,freq=12)  
plot(apb)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apb)%/%12*12
m=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))
```



Call:

```
lm(formula = s ~ m)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-97066	-35549	-6236	24869	159979

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-1.215e+04	5.085e+04	-0.239	0.813754
m	7.318e-02	1.635e-02	4.476	0.000259 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 58300 on 19 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.5133, Adjusted R-squared: 0.4877

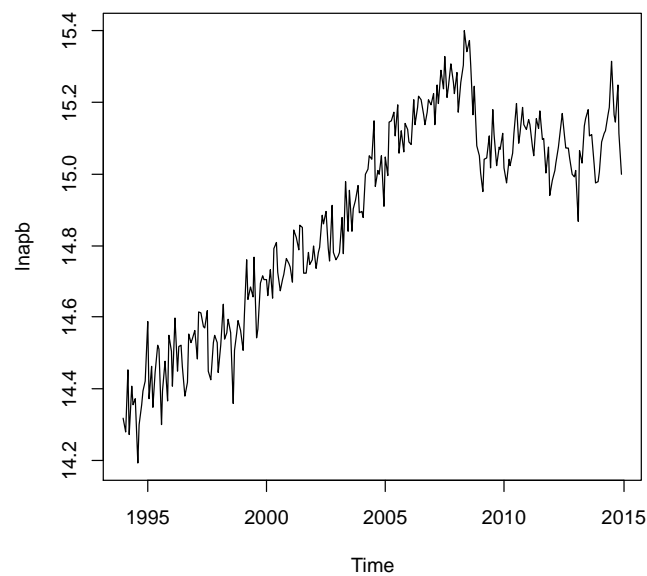
F-statistic: 20.04 on 1 and 19 DF, p-value: 0.0002588

p-valor<0.05 pendent significativa var. no ct. Heterocedasticitat

Com el p-valor és inferior a 0.05, la pendent de la recta és significativa, per tant, la variància no és constant, significant aquest fet existència d'heterocedasticitat.

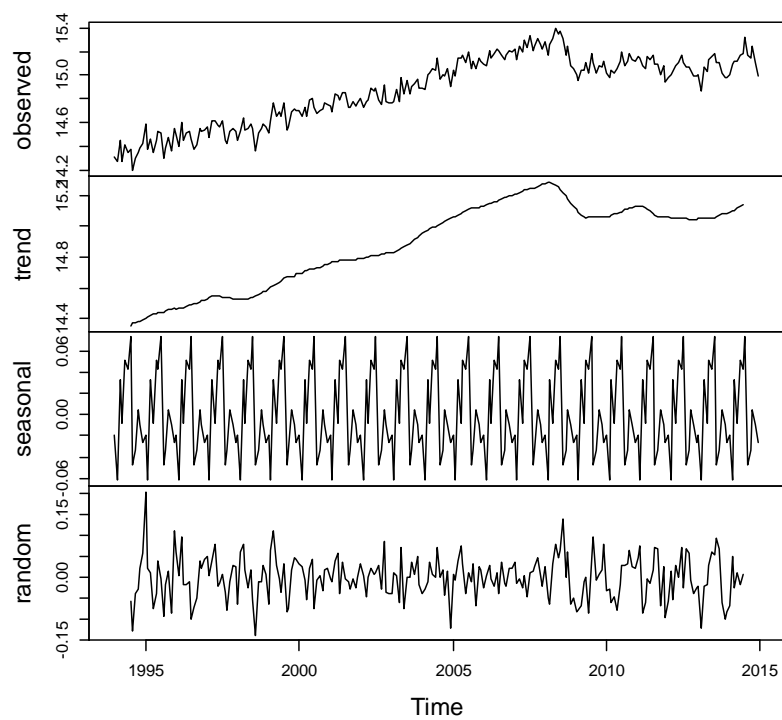
Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat: (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

```
lnapb=log(apb)  
plot(lnapb)
```

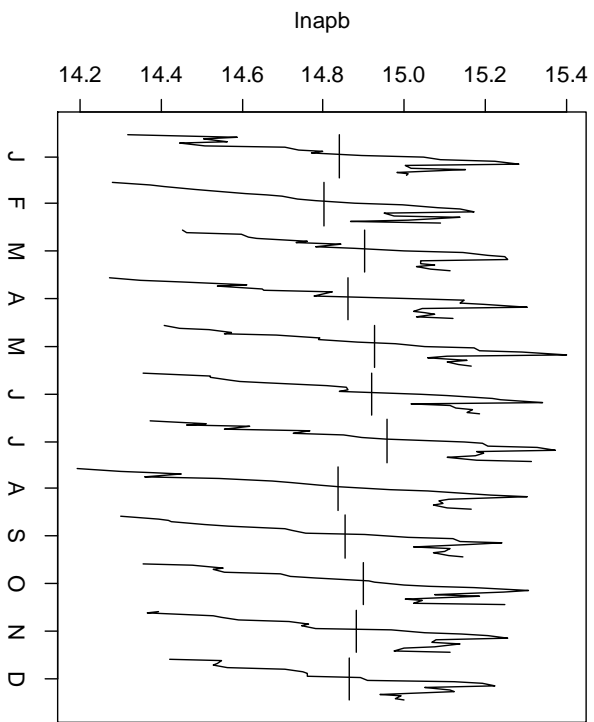


```
plot(decompose(lnapb))
```

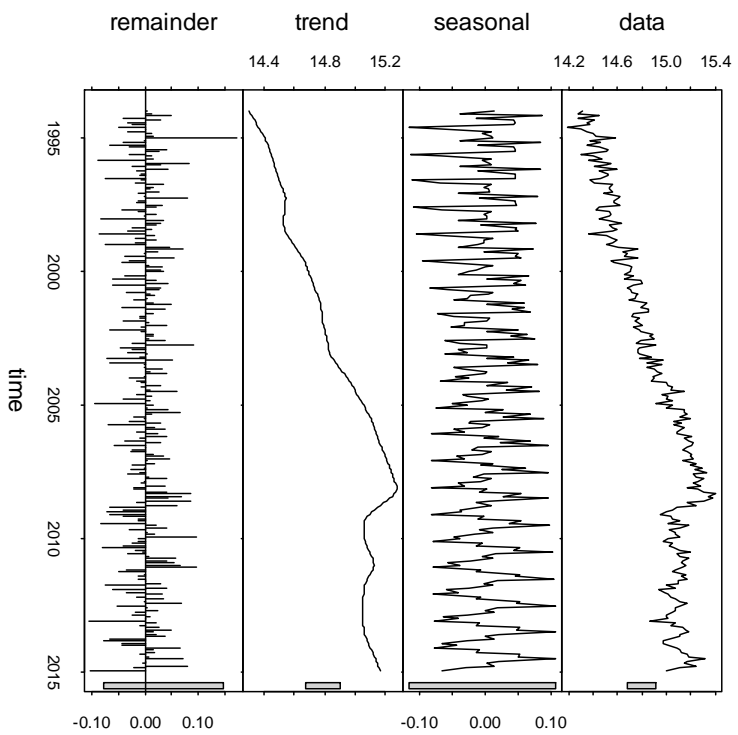
Decomposition of additive time series



monthplot(lnapb)

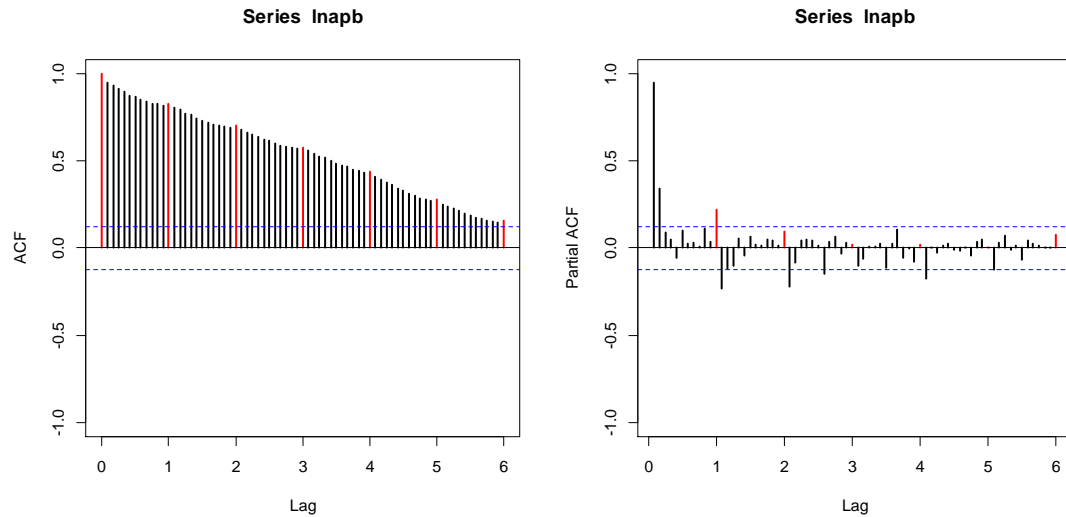


plot(stl(lnapb,s.window=12))



Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

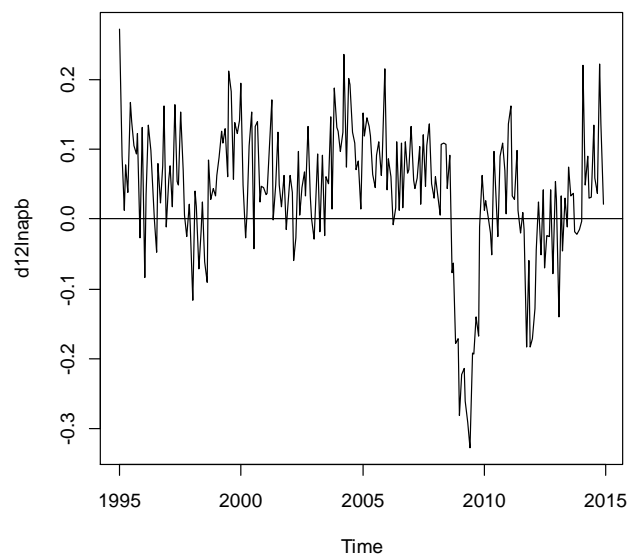
```
acf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



La forma d'aquesta gràfica demostra l'existència d'estacionalitat.

Diferenciació d'ordre 12 per eliminar l'estacionalitat:

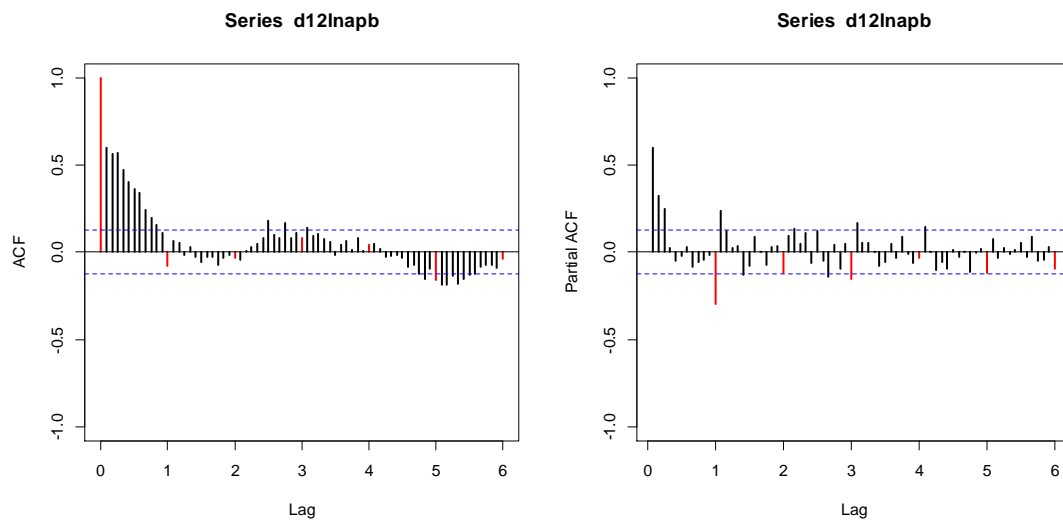
```
d12lnapb=diff(lnapb,12)
plot(d12lnapb)
abline(h=0)
```



De la gràfica es dedueix que una vegada feta la transformació d'ordre 12, la mitjana no es pot considerar nul·la. Concretament, la mitjana que dona R és de 0.03976792. S'elimina l'estacionalitat, però també la tendència lineal.

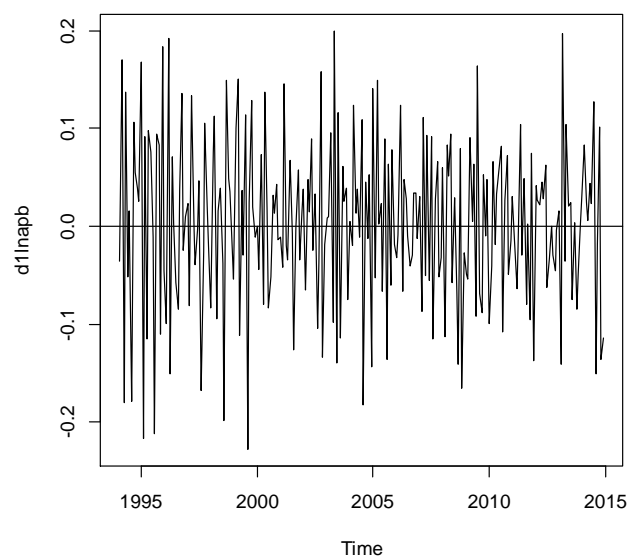
Gràfiques ACF i PACF després de la diferenciació d'ordre 12:

```
acf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diferenciació regular:

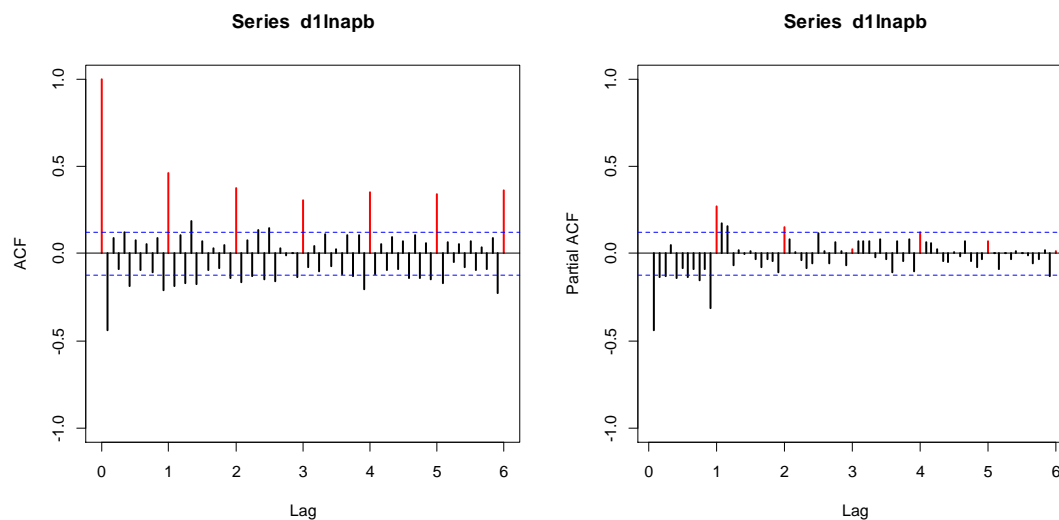
```
d1lnapb=diff(lnapb)
plot(d1lnapb)
abline(h=0)
```



La mitjana que dona R per la diferenciació regular és de 0.002717924.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

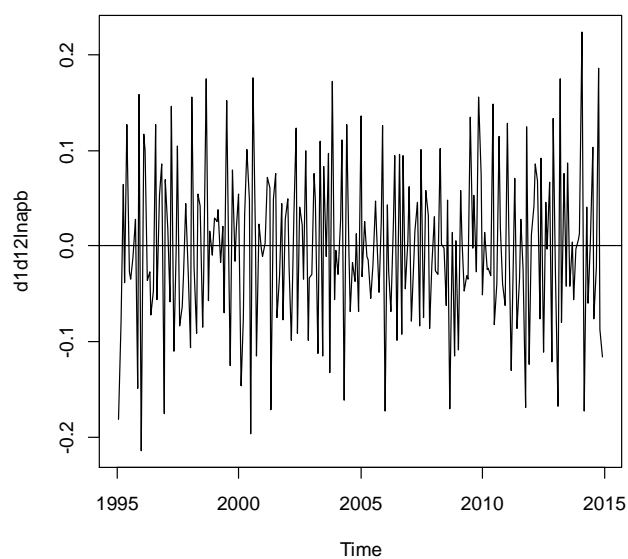
```
acf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Veient aquesta gràfica, es confirma l'estacionalitat i la necessitat d'una diferenciació d'ordre 12.

Diferenciació regular després de la diferenciació d'ordre 12:

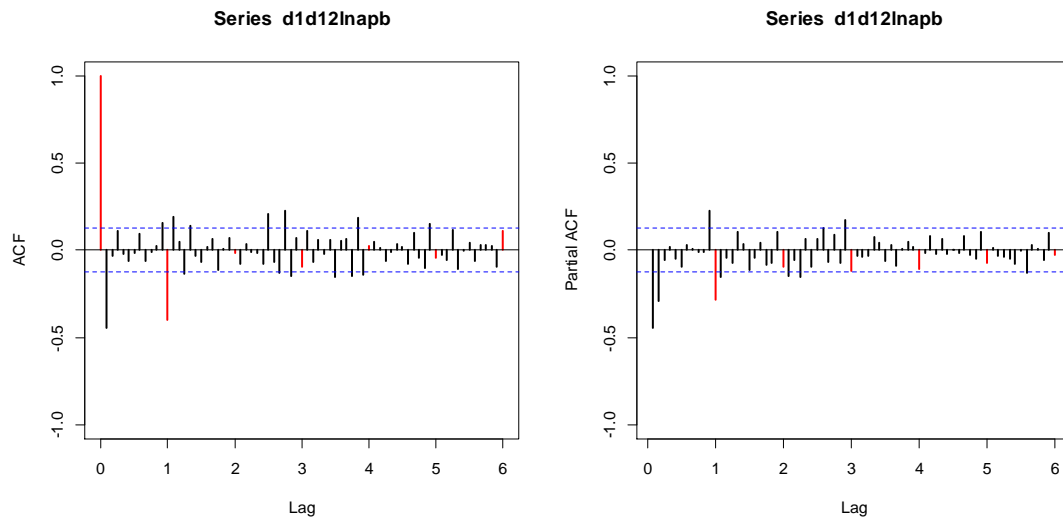
```
d1d12lnapb=diff(d12lnapb)
plot(d1d12lnapb)
abline(h=0)
```



En aquesta gràfica es podria considerar que la mitjana queda situada al voltant de 0. Concretament, la mitjana que dona R és de -0.001050794 . S'ha de comprovar quina ha estat l'evolució de les variàncies per veure si s'ha produït una sobrediferenciació.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació estacional i regular:

```
acf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Càlcul de variàncies:

```
var(lnapb)
var(d12lnapb)
var(d1lnapb)
var(d1d12lnapb)
var(diff(d1d12lnapb))
```

```
var(lnapb)
0.0818507
var(d1lnapb)
0.007167439
var(d12lnapb)
0.00912536
var(d1d12lnapb)
0.007092396
var(diff(d1d12lnapb))
0.02041024
```

En la darrera diferenciació, la variància ha disminuït encara que molt poc, però es podria considerar que s'ha produït una sobrediferenciació. Es treballarà amb la diferenciació estacional d'ordre 12 i amb la diferenciació regular i és evident que es treballaran models sense constant.

Possible models:

Part estacional: MA(1), AR(5)

Part regular: MA(1), AR(2)

Model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂

Call:

```
arima(x = d1d12lnapb, order = c(0, 0, 1), seasonal = list(order = c(0, 0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ma1	smal	intercept
	-0.5649	-0.7401	-3e-04
s.e.	0.0544	0.0476	5e-04

sigma^2 estimated as 0.003405: log likelihood = 334.99, aic = -661.98

Model ARIMA(2,1,1)(0,1,1)₁₂

Call:

```
arima(x = lnepb, order = c(2, 1, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	smal
	-0.5713	-0.2587	-0.7324
s.e.	0.0644	0.0641	0.0491

sigma^2 estimated as 0.003412: log likelihood = 334.88, aic = -661.76

Model ARIMA(0,1,1)(5,1,0)₁₂

Call:

```
arima(x = lnepb, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(5, 1, 0), period = 12))
```

Coefficients:

	ma1	sar1	sar2	sar3	sar4	sar5
	-0.5495	-0.7274	-0.5980	-0.5243	-0.3458	-0.2354
s.e.	0.0555	0.0667	0.0839	0.0889	0.0886	0.0747

sigma^2 estimated as 0.00326: log likelihood = 338.68, aic = -663.35

Model ARIMA(2,1,0)(5,1,0)₁₂

Call:

```
arima(x = lnaphb, order = c(2, 1, 0), seasonal = list(order = c(5, 1, 0), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	sar1	sar2	sar3	sar4	sar5
	-0.5496	-0.2657	-0.7160	-0.5750	-0.5300	-0.3377	-0.2197
s.e.	0.0755	0.0656	0.0781	0.0869	0.0893	0.0895	0.0766

sigma^2 estimated as 0.003257: log likelihood = 338.95, aic = -661.90

S'han d'escollir dos models d'acord amb la metodologia que es segueix, per tant, s'agafen aquests dos models en funció dels valors d'aic, essent els models de valor més petit els següents:

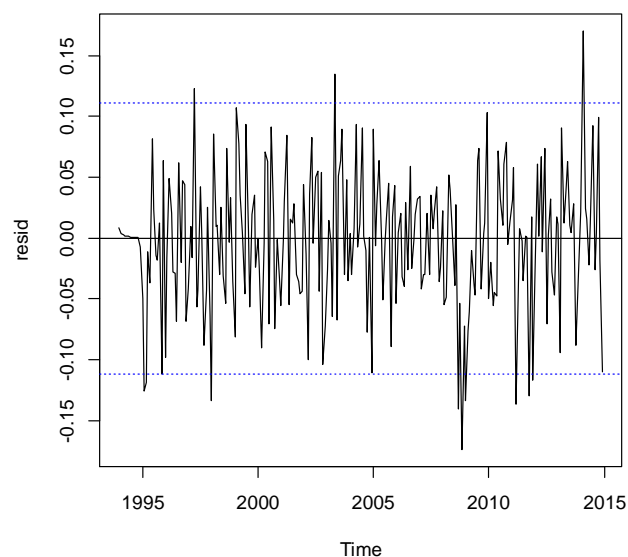
Primer aic més petit: -663,35 – Model ARIMA(0,1,1)(5,1,0)₁₂

Segon aic més petit: -661,98 – Model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂

Validació del primer model:

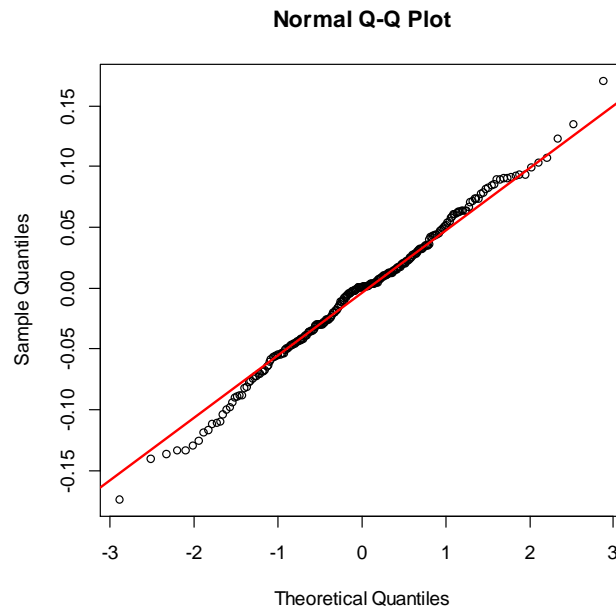
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



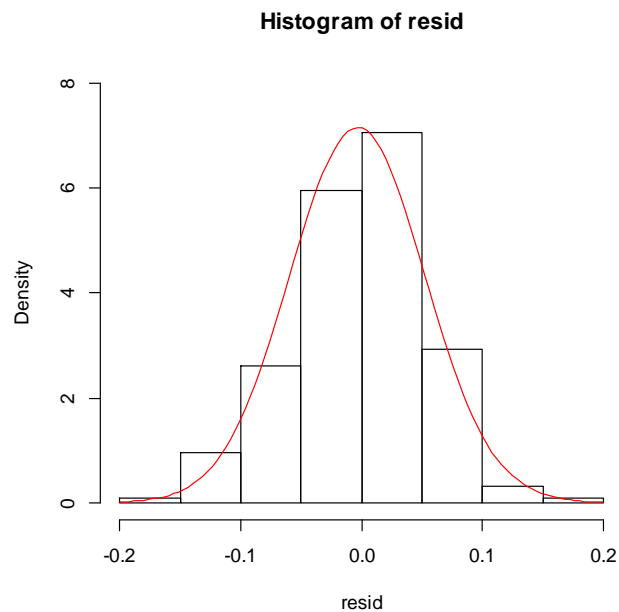
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



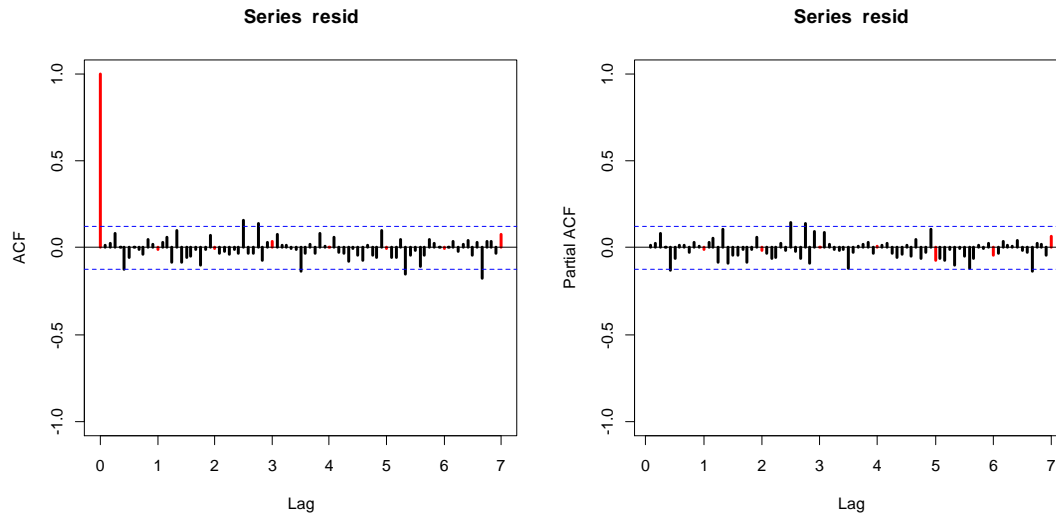
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



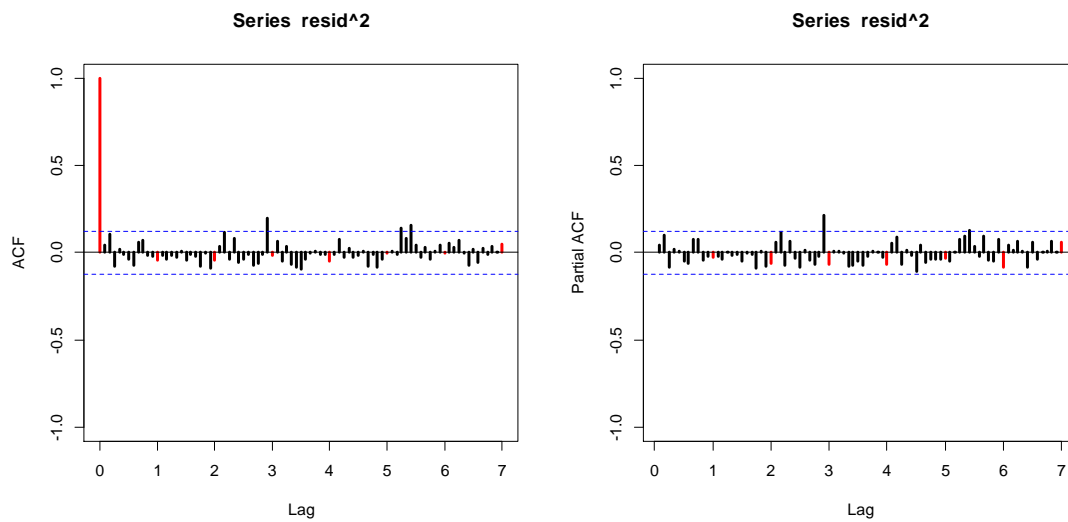
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



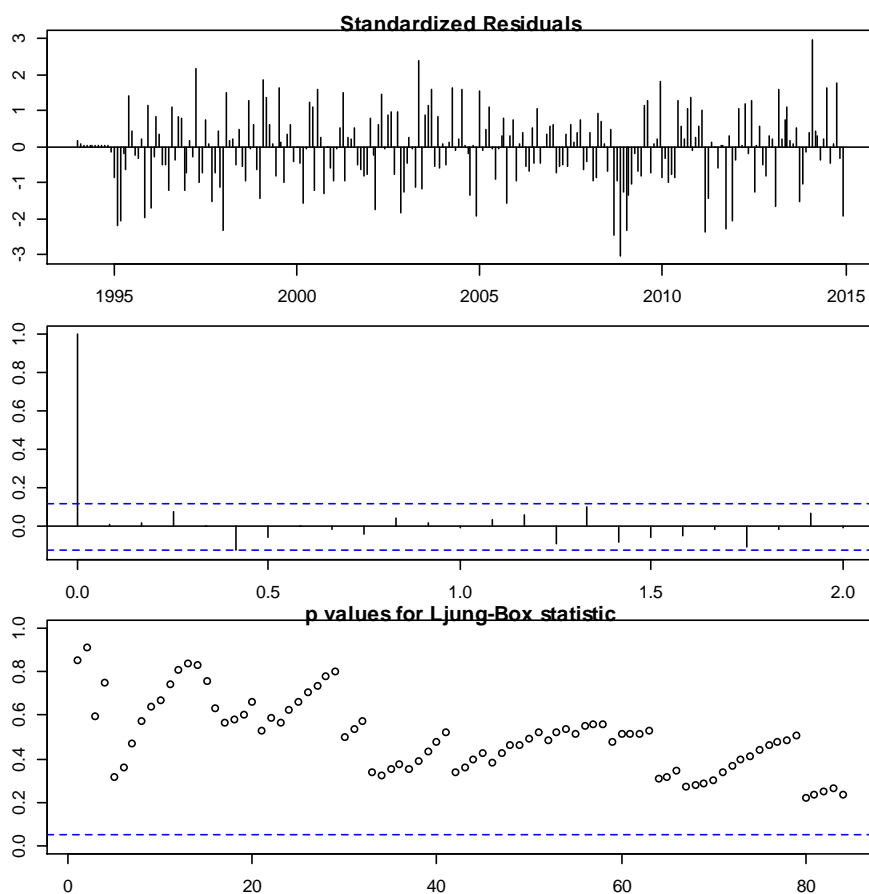
ACF i PACF dels residus al quadrat:

```
acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
-0.54951403	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.72741014
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.39972208	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.06886721
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
0.03784350	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.03924956

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
-0.549514032	-0.301965671	-0.165934373	-0.091183267	-0.050106484	-0.027534216
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
-0.015130438	-0.008314388	-0.004568873	-0.002510660	-0.001379643	-0.728168277
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
-0.400138686	-0.219881822	-0.120828147	-0.066396762	-0.036485952	-0.020049543
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
-0.011017505	-0.006054274	-0.003326908	-0.001828183	-0.001004612	-0.598544774
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
-0.328908752	-0.180739974	-0.099319152	-0.054577268	-0.029990974	-0.016480461
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
-0.009056245	-0.004976534	-0.002734675	-0.001502742	-0.000825778	-0.524784015

Estacionarietat i invertibilitat:

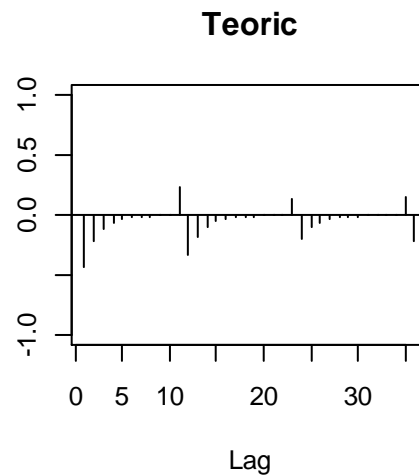
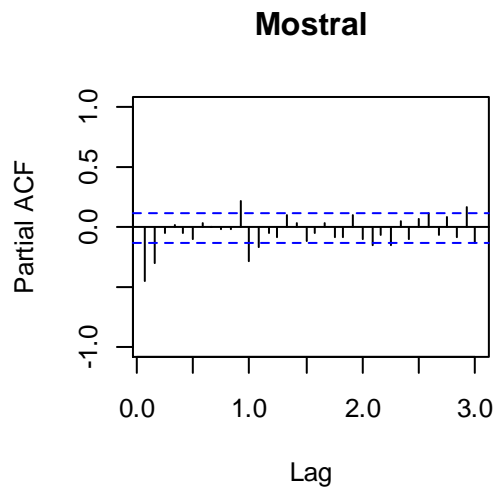
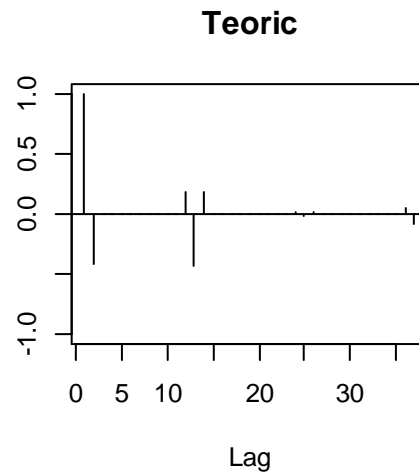
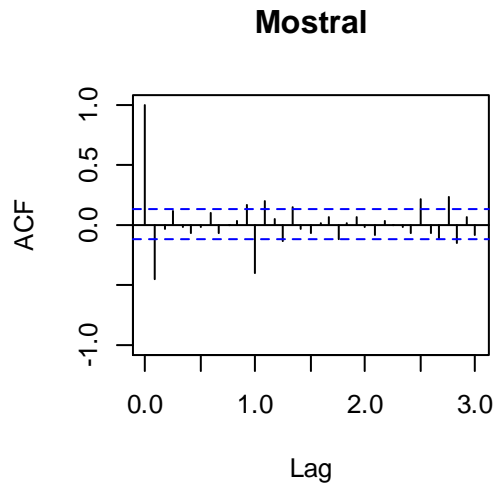
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.028494 1.028494 1.021072 1.021072 1.028494 1.022900 1.021072 1.021072  
[9] 1.021072 1.028494 1.021072 1.021072 1.028494 1.022900 1.028494 1.021072  
[17] 1.021072 1.022900 1.021072 1.021072 1.028494 1.021072 1.021072 1.022900  
[25] 1.021072 1.022900 1.021072 1.028494 1.021072 1.022900 1.028494 1.021072  
[33] 1.022900 1.022900 1.022900 1.021072 1.028494 1.028494 1.021072 1.021072  
[41] 1.021072 1.028494 1.022900 1.028494 1.022900 1.021072 1.028494 1.028494  
[49] 1.028494 1.028494 1.022900 1.028494 1.028494 1.021072 1.028494 1.028494  
[57] 1.021072 1.028494 1.028494 1.028494
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.81979
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapb,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(5,1,0),period=12))
mod

mod2=arima(lnapb2,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(5,1,0),period=12))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnspb, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(5, 1, 0), period = 12))

Coefficients:
          mal          sar1          sar2          sar3          sar4          sar5
-0.5495 -0.7274 -0.5980 -0.5243 -0.3458 -0.2354
s.e.    0.0555  0.0667  0.0839  0.0889  0.0886  0.0747

sigma^2 estimated as 0.00326:  log likelihood = 338.68,  aic = -663.35

Call:
arima(x = lnspb2, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(5, 1, 0), period = 12))

Coefficients:
          mal          sar1          sar2          sar3          sar4          sar5
-0.5450 -0.7064 -0.5878 -0.5238 -0.3639 -0.2224
s.e.    0.0555  0.0672  0.0846  0.0900  0.0895  0.0787

sigma^2 estimated as 0.003156:  log likelihood = 325.16,  aic = -636.32
```

Capacitat de previsió:

```
pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnspb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(2013,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

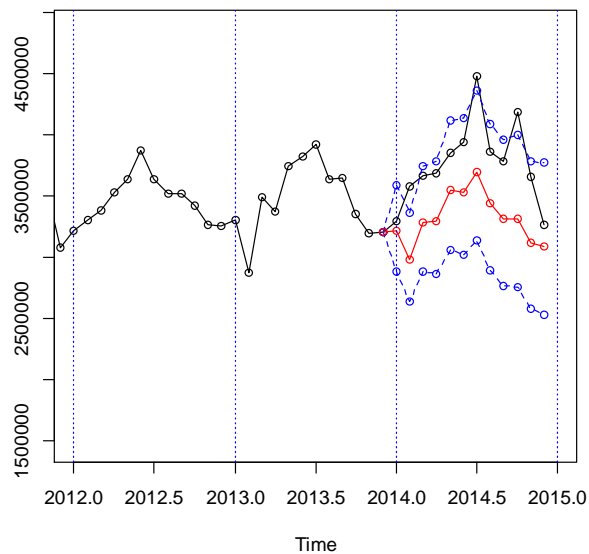
#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```



	tl	pr	tu	apb	err
Jan 2014	2878668	3213722	3587773	3291505	2.363150
Feb 2014	2634343	2973073	3355357	3577307	16.890755
Mar 2014	2877366	3279857	3738649	3666130	10.536270
Apr 2014	2858198	3288304	3783133	3687847	10.834043
May 2014	3056803	3547461	4116875	3854022	7.954320
Jun 2014	3017480	3530668	4131134	3942955	10.456297
Jul 2014	3134603	3696412	4358912	4480408	17.498324
Aug 2014	2892230	3436077	4082187	3855183	10.871235
Sep 2014	2763374	3306497	3956366	3784793	12.637319
Oct 2014	2751111	3314487	3993232	4187183	20.842076
Nov 2014	2571438	3118589	3782162	3656851	14.719285
Dec 2014	2529388	3087280	3768223	3265219	5.449537

```
> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.1956701
> mod.EAM<- sum(abs(obs-prev)/obs)
> mod.EAM
[1] 1.410526
```

Previsió a llarg termini:

```
predl=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(predl$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

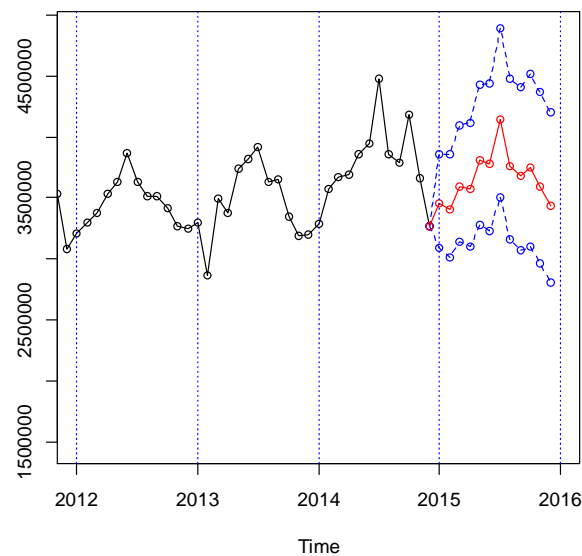
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))
```

```
#Intervals.
```

```
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)
```

```
ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2016),type="o")
abline(v=2012+0:5,lty=3,col=4)
```

```
previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```

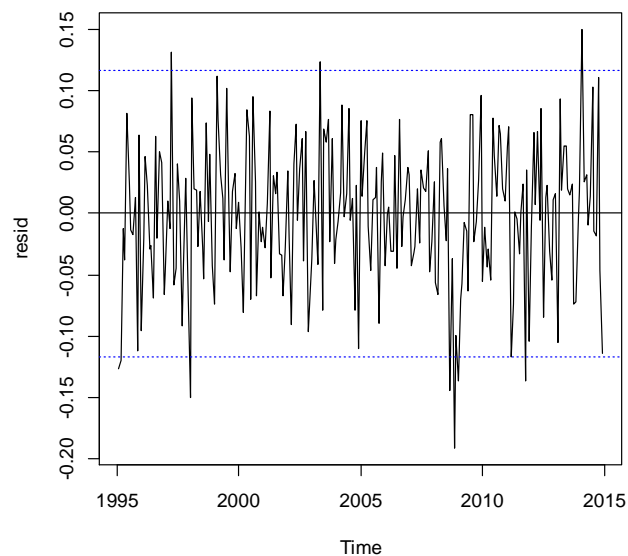


		tl	pr	tu
Jan	2015	3088115	3453801	3862792
Feb	2015	3015203	3408982	3854187
Mar	2015	3142109	3587986	4097135
Apr	2015	3098191	3570729	4115340
May	2015	3276800	3809531	4428871
Jun	2015	3227723	3783420	4434788
Jul	2015	3503538	4138913	4889516
Aug	2015	3160888	3762079	4477615
Sep	2015	3070088	3680237	4411646
Oct	2015	3103873	3746424	4521994
Nov	2015	2959866	3596398	4369819
Dec	2015	2809276	3435403	4201080

Validació del segon model:

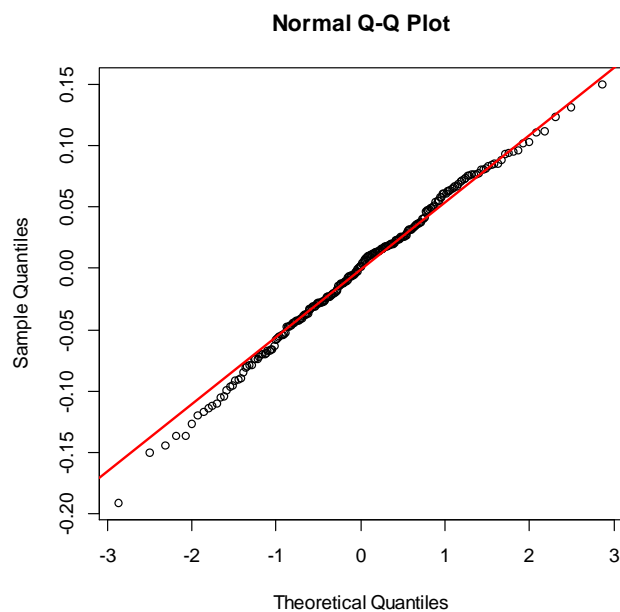
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



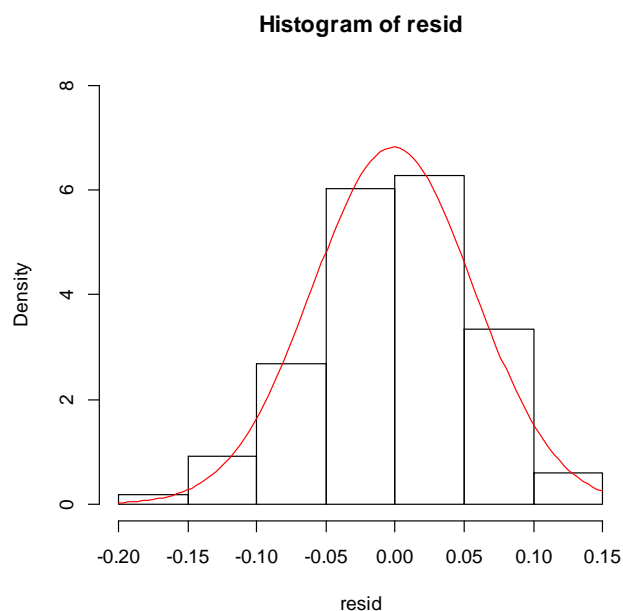
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



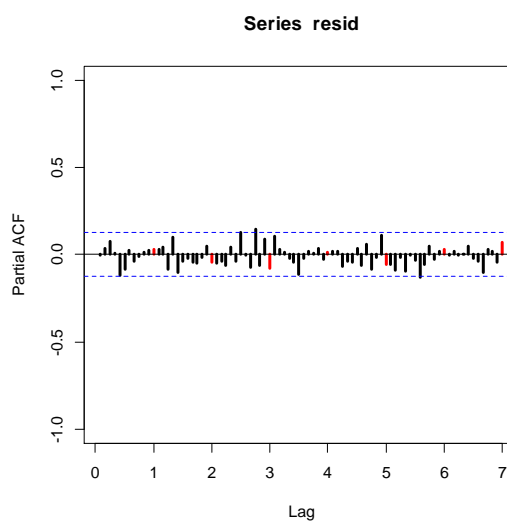
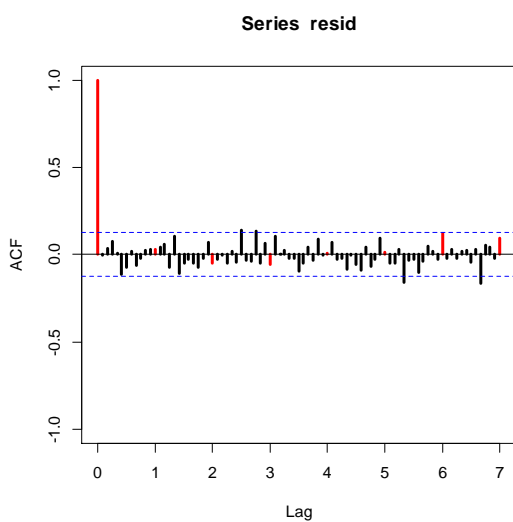
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



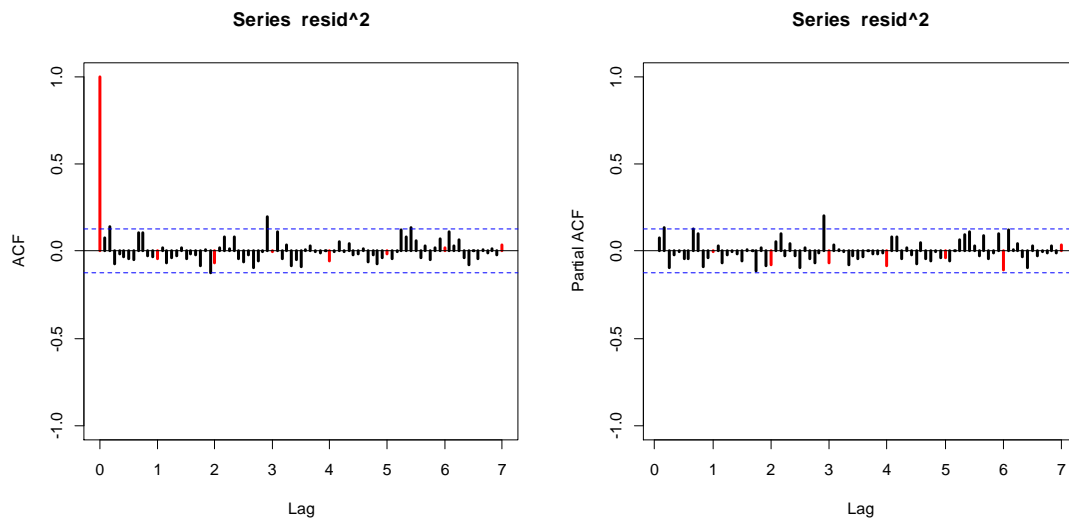
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



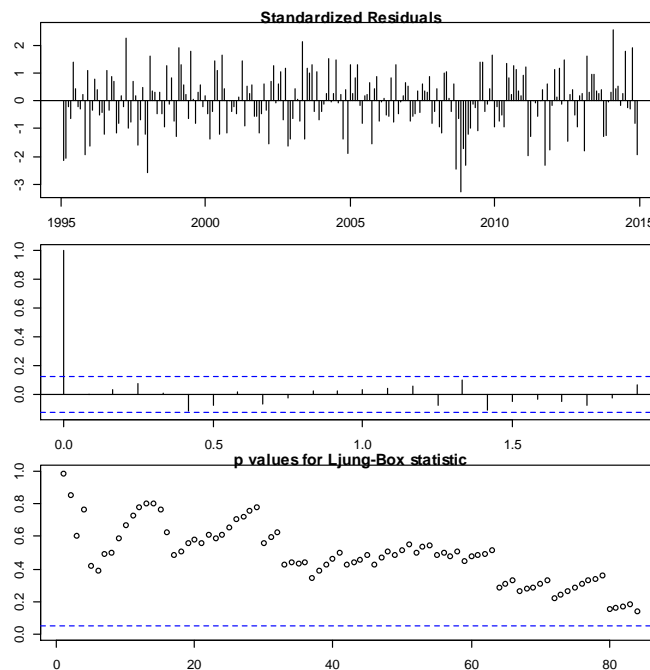
ACF i PACF dels residus al quadrat:

```
acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6	psi 7
-0.5648672	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12	psi 13	psi 14
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.7400946	0.4180551	0.0000000
psi 15	psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20	psi 21
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 22	psi 23	psi 24	psi 25	psi 26	psi 27	psi 28
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 29	psi 30	psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 36						
0.0000000						

Expressió del model com un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
-0.564867169	-0.319074919	-0.180234946	-0.101808804	-0.057508451	-0.032484636
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
-0.018349504	-0.010365033	-0.005854867	-0.003307222	-0.001868141	-0.741149813
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
-0.418651197	-0.236482316	-0.133581097	-0.075455576	-0.042622378	-0.024075982
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
-0.013599732	-0.007682042	-0.004339333	-0.002451147	-0.001384572	-0.548522059
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
-0.309842103	-0.175019631	-0.098862844	-0.055844375	-0.031544654	-0.017818539
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
-0.010065108	-0.005685449	-0.003211523	-0.001814084	-0.001024717	-0.405958194

Estacionarietat i invertibilitat:

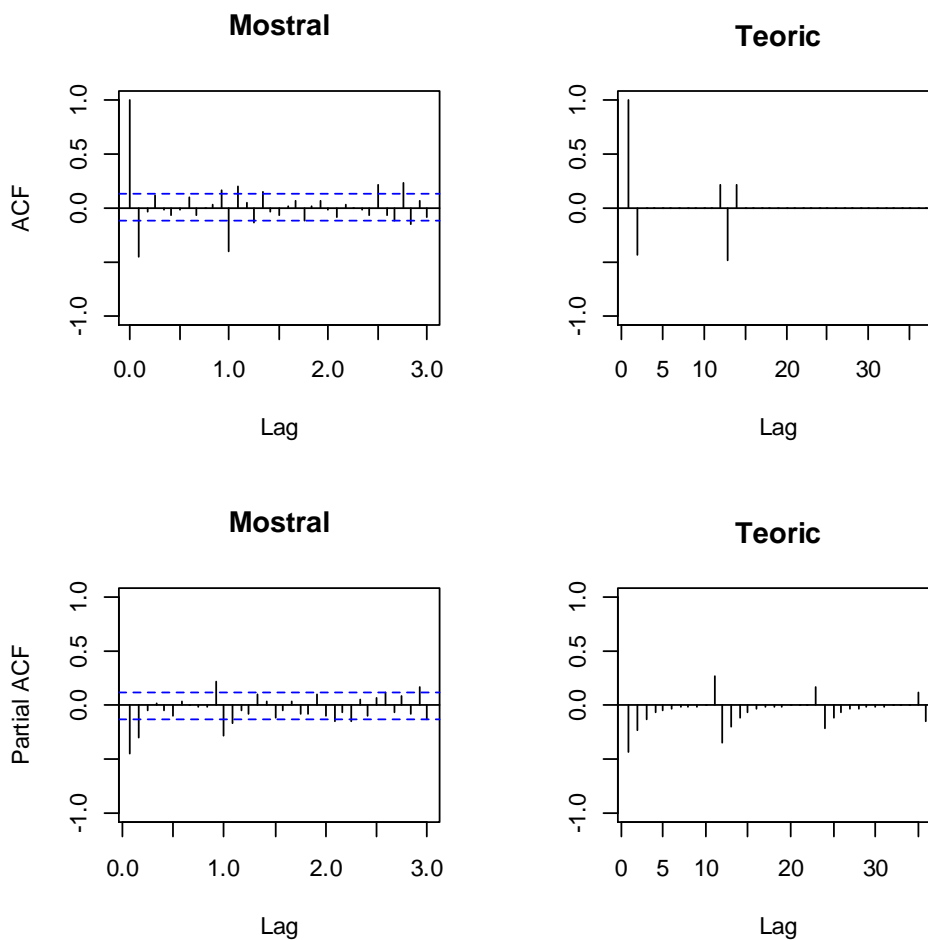
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
numeric(0)
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.025399 1.025399 1.025399 1.025399 1.025399 1.025399 1.025399 1.025399  
[9] 1.025399 1.025399 1.025399 1.025399 1.770328
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(20013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapb,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod

mod2=arima(lnapb2,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2
```

Call:

```
arima(x = lnapb, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ma1	sma1
	-0.5635	-0.7370
s.e.	0.0543	0.0477

sigma^2 estimated as 0.003412: log likelihood = 334.78, aic = -663.57

```

Call:
arima(x = lnapb2, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))

Coefficients:
          mal          smal
      -0.5606   -0.7248
s.e.      0.0545    0.0501

sigma^2 estimated as 0.003326:  log likelihood = 320.88, aic = -635.77

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(2013,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

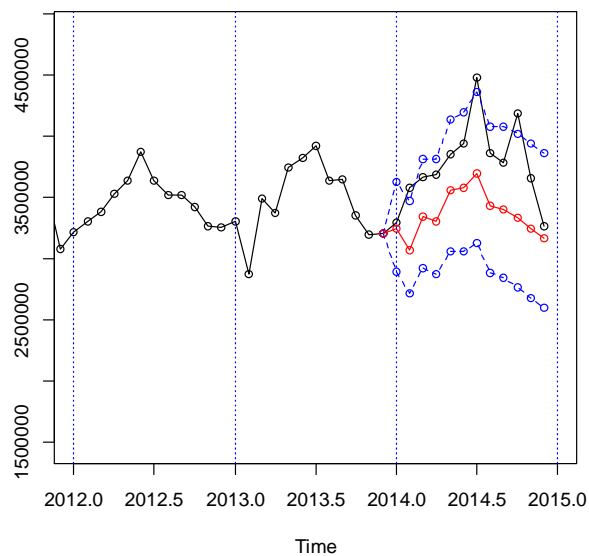
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2007,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apb	err
Jan	2014	2892645	3238792	3626361	3291505	1.601490
Feb	2014	2707730	3063533	3466088	3577307	14.362040
Mar	2014	2919893	3335488	3810235	3666130	9.018826
Apr	2014	2867689	3305353	3809812	3687847	10.371749
May	2014	3057915	3554454	4131621	3854022	7.772855
Jun	2014	3051686	3575647	4189569	3942955	9.315556
Jul	2014	3128412	3693511	4360686	4480408	17.563063
Aug	2014	2880034	3425067	4073246	3855183	11.156820
Sep	2014	2840084	3401196	4073167	3784793	10.135216
Oct	2014	2760291	3327909	4012251	4187183	20.521522
Nov	2014	2672692	3243250	3935609	3656851	11.310309
Dec	2014	2591798	3164873	3864662	3265219	3.073168

```
> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.1639101
> mod.EAM<- sum(abs(obs-prev)/obs)
> mod.EAM
[1] 1.262026
```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

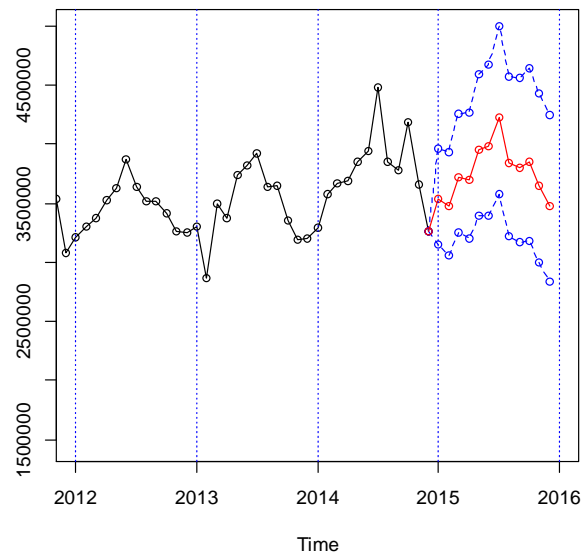
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))
```

```
#Intervals.
```

```
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)
```

```
ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)
```

```
previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	3154447	3537103	3966178
Feb	2015	3064198	3471941	3933942
Mar	2015	3251469	3719770	4255518
Apr	2015	3204940	3699622	4270659
May	2015	3391222	3947885	4595925
Jun	2015	3396400	3985699	4677244
Jul	2015	3572939	4224960	4995967
Aug	2015	3222803	3838821	4572586
Sep	2015	3168393	3800523	4558771
Oct	2015	3185772	3847216	4645993
Nov	2015	2997823	3643882	4429173
Dec	2015	2839443	3473176	4248351

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el segon model:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)(1 - B^{12})\log X_t$$

$$W_t = (1 - 0.5635B)(1 - 0.7370B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.003412)$$

Estudi del segon model considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(mod,dif=c(1,12),crit=2.8,LS=T)
mod.atip$atip[,1]=mod.atip$atip[,1]+12
#S'estima el model per a la sèrie diferenciada d'ordre 12 i regular.

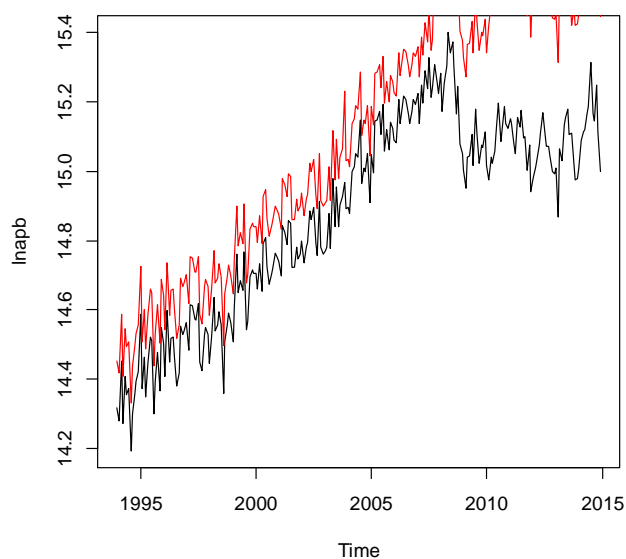
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],1994+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
	2	1	LS -0.1370223	3.236660	Ene 1994	87.19508
	5	119	AO -0.1251867	2.915793	Nov 2003	88.23321
	1	166	LS -0.1877331	4.332128	Oct 2007	82.88359
	4	194	LS -0.1207195	2.929918	Feb 2010	88.62825
	3	217	AO -0.1451301	3.146077	Ene 2012	86.49098
	6	237	AO 0.1325756	2.898196	Sep 2013	114.17653

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.002615147
```

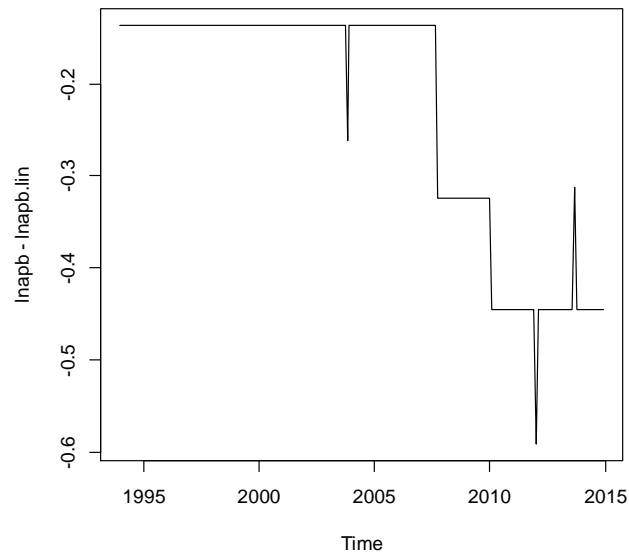
Linealització de la sèrie després d'aplicar logaritme:

```
lnapb.lin=lineal(lnapb,mod.atip$atip)
plot(lnapb)
lines(lnapb.lin,col=2)
```



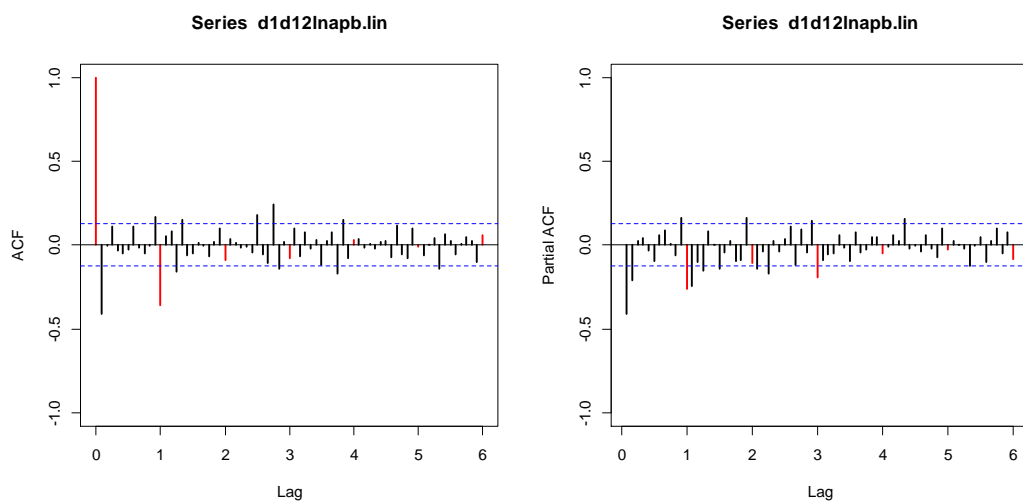
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapb-lnapb.lin)
```



Diferenciació estacional i regular i gràfica ACF i PACF després de la diferenciació:

```
d12lnapb.lin=diff(lnapb.lin,12)
d1d12lnapb.lin=diff(d12lnapb.lin)
acf(d1d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Model ARIMA:

```
mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))  
mod.lin
```

Call:

```
arima(x = lnapb.lin, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0,  
1, 1), period = 12))
```

Coefficients:

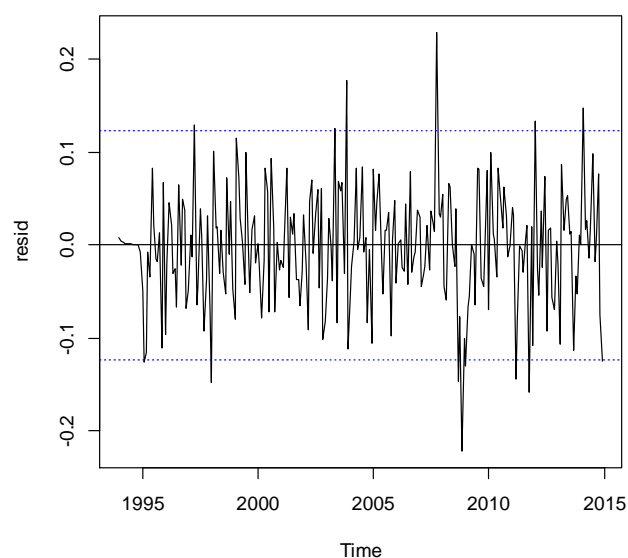
	ma1	sma1
	-0.5206	-0.7840
s.e.	0.0538	0.0446

sigma^2 estimated as 0.004004: log likelihood = 314.68, **aic = -623.37**

Validació:

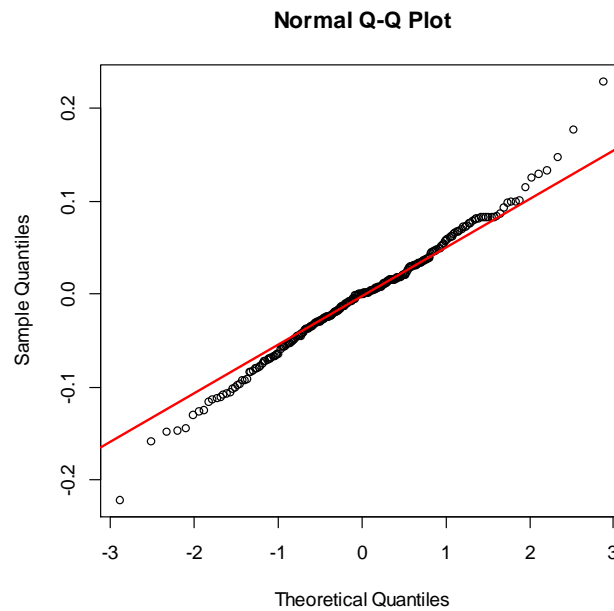
Gràfica del residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



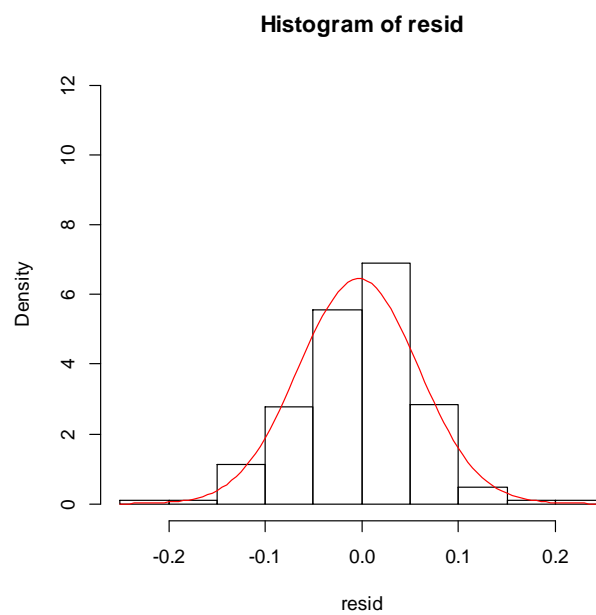
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



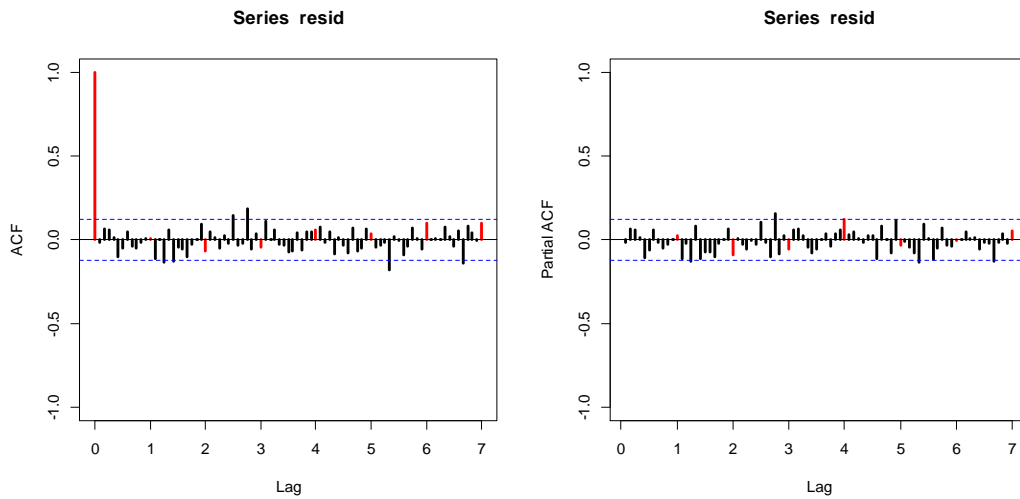
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,12),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



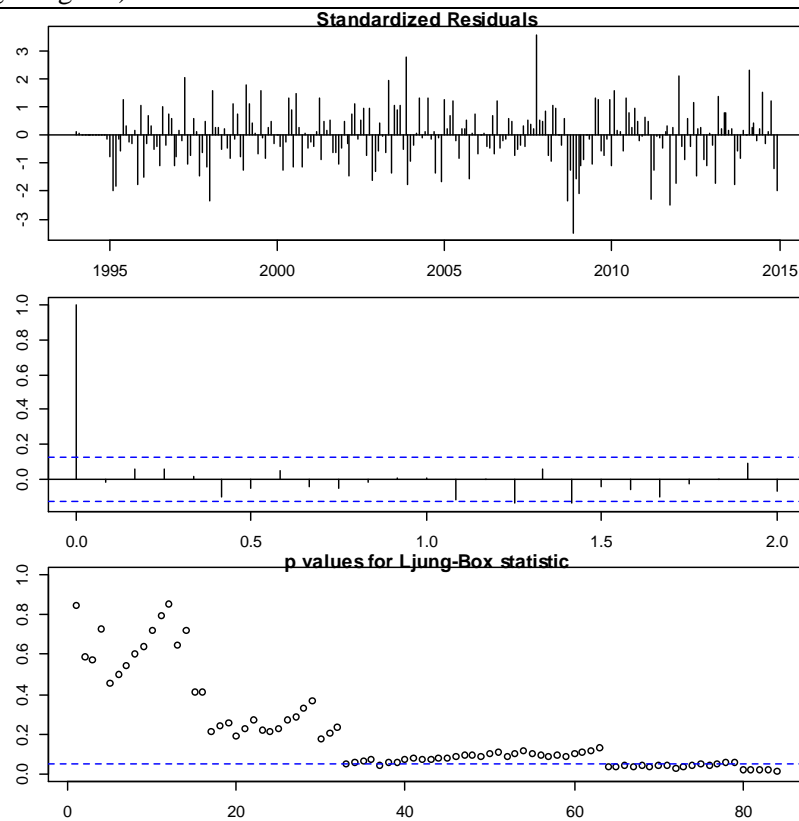
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6	psi 7
-0.5206414	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12	psi 13	psi 14
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.7840077	0.4081869	0.0000000
psi 15	psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20	psi 21
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 22	psi 23	psi 24	psi 25	psi 26	psi 27	psi 28
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 29	psi 30	psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 36						
0.0000000						

Expressió del model com un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5
-0.5206414053	-0.2710674729	-0.1411289500	-0.0734775749	-0.0382554678
pi 6	pi 7	pi 8	pi 9	pi 10
-0.0199173805	-0.0103698130	-0.0053989540	-0.0028109190	-0.0014634808
pi 11	pi 12	pi 13	pi 14	pi 15
-0.0007619487	-0.7844043754	-0.4083933963	-0.2126265118	-0.1107021659
pi 16	pi 17	pi 18	pi 19	pi 20
-0.0576361312	-0.0300077564	-0.0156232804	-0.0081341267	-0.0042349631
pi 21	pi 22	pi 23	pi 24	pi 25
-0.0022048972	-0.0011479608	-0.0005976759	-0.6149792067	-0.3201836384
pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
-0.1667008594	-0.0867913697	-0.0451871807	-0.0235263173	-0.0122487749
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35
-0.0063772194	-0.0033202445	-0.0017286567	-0.0009000103	-0.0004685826
pi 36				
-0.4821484170				

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

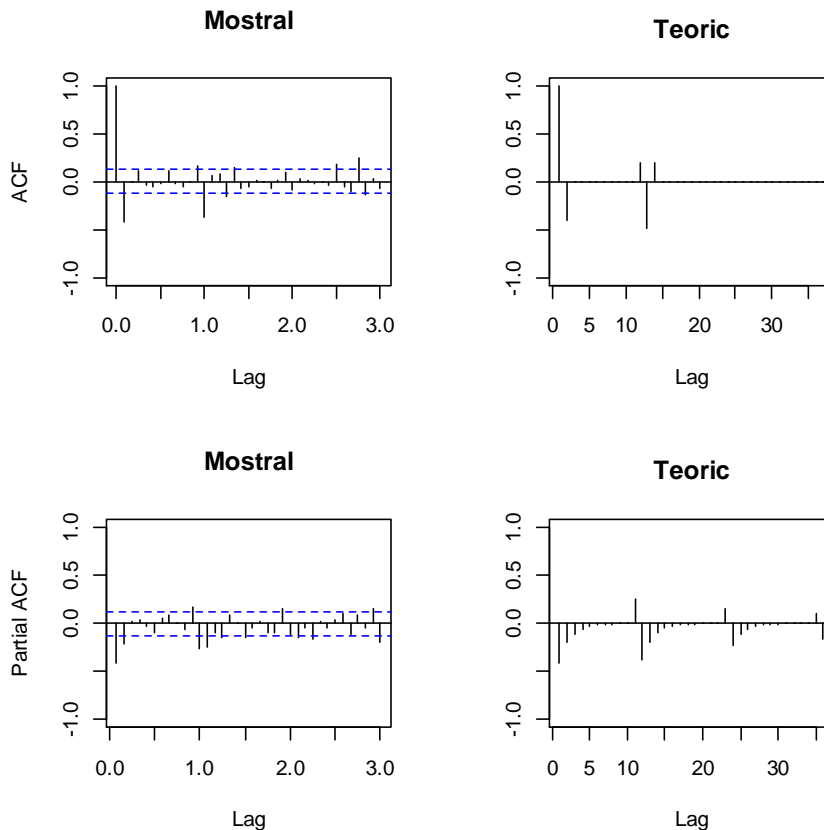
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
numeric(0)
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.020485 1.020485 1.020485 1.020485 1.020485 1.020485 1.020485 1.020485  
[9] 1.020485 1.020485 1.020485 1.020485 1.920708
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```

```
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
lnapb2.lin=window(lnapb.lin,end=c(2013,12))
d12lnapb2.lin=window(d12lnapb.lin,end=c(2013,12))
d1d12lnapb.lin=diff(d12lnapb.lin)
```

Estabilitat:

```
mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod.lin

mod2.lin=arima(lnapb2.lin,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2.lin
```

```
Call:
arima(x = lnapb.lin, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
      mal      smal
-0.5206  -0.7840
s.e.    0.0538   0.0446
```

```
sigma^2 estimated as 0.004004: log likelihood = 314.68, aic = -623.37
```

```

Call:
arima(x = lnabp2.lin, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0,
1, 1), period = 12))

Coefficients:
          mal          smal
      -0.5216   -0.7777
s.e.    0.0536    0.0479

sigma^2 estimated as 0.003955:  log likelihood = 300.13, aic = -594.26

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2.lin,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

wLS=sum(mod.atip$atip[(mod.atip$atip$type_detected=="LS") &
mod.atip$atip$Obs<=length(lnabp2),3])
pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnabp2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(20
13,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

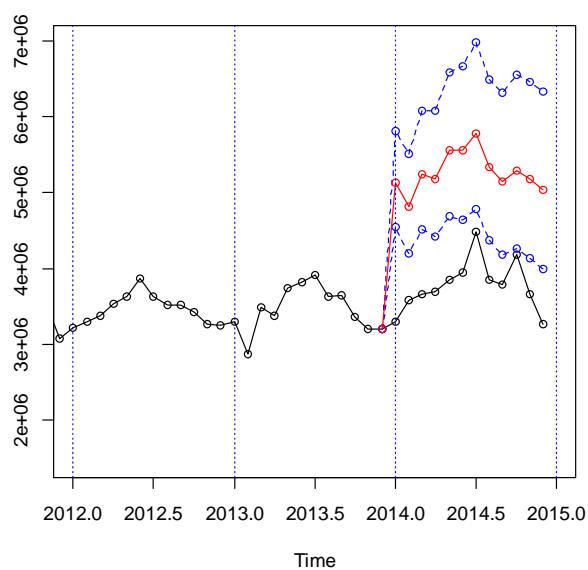
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apb	error
Jan	2014	4543330	5139364	5813590	3291505	-1847859
Feb	2014	4199989	4814979	5520020	3577307	-1237672
Mar	2014	4516837	5241692	6082871	3666130	-1575562
Apr	2014	4414810	5181296	6080858	3687847	-1493449
May	2014	4692632	5565579	6600916	3854022	-1711557
Jun	2014	4650637	5570678	6672732	3942955	-1627723
Jul	2014	4779630	5779197	6987805	4480408	-1298789
Aug	2014	4371353	5333036	6506285	3855183	-1477853
Sep	2014	4181040	5144709	6330491	3784793	-1359916
Oct	2014	4262605	5288373	6560986	4187183	-1101190
Nov	2014	4139261	5176176	6472846	3656851	-1519325
Dec	2014	3996885	5036506	6346541	3265219	-1771287

```

> mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.lin.EQM
[1] 2.04735
> mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.lin.EAM
[1] 4.852492

```

Previsió a llarg termini:

```

predl=predict(mod.lin,n.ahead=12)

wLS=sum(mod.atip$atip[mod.atip$atip$type_detected=="LS"&
mod.atip$atip$Obs<=length(lnapb),3])

wTC=mod.atip$atip[mod.atip$atip$type_detected=="TC"& mod.atip$atip$Obs>length(lnapb)-
12,3]
tTC=length(lnapb)-mod.atip$atip[mod.atip$atip$type_detected=="TC"&
mod.atip$atip$Obs>length(lnapb)-12,1]
pesTC=wTC*c(rep(0,11-tTC),0.7^(0:(tTC+12)))

```

```

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

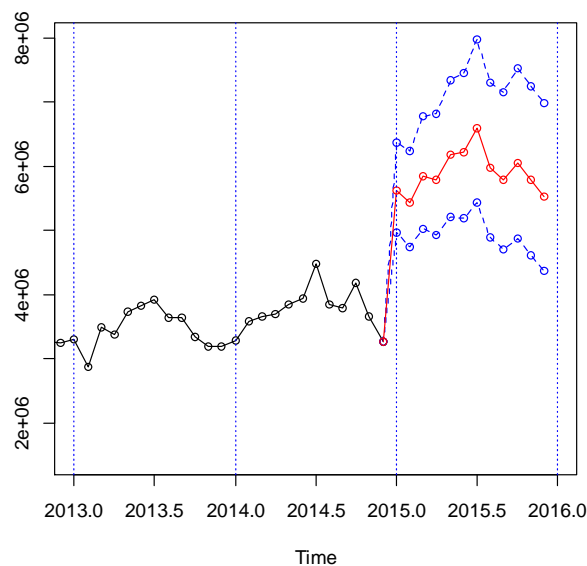
#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```



		tl	pr	tu
Jan	2015	4963934	5619407	6361433
Feb	2015	4740691	5439700	6241777
Mar	2015	5032291	5845757	6790719
Apr	2015	4934949	5798197	6812449
May	2015	5213416	6190736	7351267
Jun	2015	5188375	6222892	7463682
Jul	2015	5439604	6586316	7974765
Aug	2015	4897136	5983256	7310262
Sep	2015	4705175	5798585	7146087
Oct	2015	4876219	6059423	7529731
Nov	2015	4621131	5788496	7250755
Dec	2015	4379374	5528152	6978272

Model amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^7 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)(1 - B^{12})\log X_{lin_t}$$

$$W_{lin_t} = (1 - 0.5206B)(1 - 0.7840B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.004004)$$

A la vista del resultats obtinguts amb el tractament amb atípics, caldria tractar la sèrie de gener de 2009 a desembre de 2014, doncs el canvi de nivell que hi ha degut a la crisi econòmica és massa acusat per tenir uns resultats millorats amb l'estudi amb dades atípiques.

Fent un resum del tractament de la sèrie de gener de 2009 a desembre de 2014 seguint la mateixa metodologia Box-Jenkins es pot garantir que s'ha perdut l'estacionalitat i que el model té només una diferenciació regular:

```
var(lnapb)
[1] 0.0058946
var(d1lnapb)
[1] 0.005303116
```

Els models escollits seran: AR(6) i MA(5) sense constant amb diferenciació regular sense estacionalitat.

```
Call:
arima(x = d1lnapb, order = c(6, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	intercept
	-0.4286	-0.0680	0.0642	0.0261	-0.3696	-0.4028	0.0013
s.e.	0.1117	0.1186	0.1225	0.1187	0.1210	0.1224	0.0034

```
sigma^2 estimated as 0.003709: log likelihood = 97.15, aic = -178.30
```


Call:

```
arima(x = dllnapb, order = c(0, 0, 5))
```

Coefficients:

	ma1	ma2	ma3	ma4	ma5	intercept
	-0.5392	0.0663	-0.0450	-0.1126	-0.3695	6e-04
s.e.	0.1198	0.1321	0.1257	0.1485	0.1212	9e-04

sigma^2 estimated as 0.003491: log likelihood = 98.37, **aic = -182.73**

Estabilitat del primer model:

Call:

```
arima(x = dllnapb2, order = c(6, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	intercept
	-0.4614	-0.0066	0.0065	-0.0436	-0.3924	-0.3900	0.0003
s.e.	0.1181	0.1255	0.1318	0.1283	0.1274	0.1261	0.0033

sigma^2 estimated as 0.003164: log likelihood = 85.34, **aic = -154.68**

Estabilitat del segon model:

Call:

```
arima(x = dllnapb2, order = c(0, 0, 5))
```

Coefficients:

	ma1	ma2	ma3	ma4	ma5	intercept
	-0.5202	0.1877	-0.1589	-0.1037	-0.4049	-0.0003
s.e.	0.1356	0.1667	0.1344	0.1571	0.1630	0.0012

sigma^2 estimated as 0.002981: log likelihood = 86.11, **aic = -158.22**

Valors EAM i EQM:

Valors del primer model: mod.EQM: **0.1466345** mod.EAM: **1.112488**

Valors del segon model: mod.EQM: **0.1585663** mod.EAM: **1.212828**

En base als resultats d'EQM i d'EAM dels dos models considerats, s'agafa com a model més vàlid el primer model AR(6). S'han de considerar només els paràmetres significatius:

Call:

```
arima(x = lnapb, order = c(6, 1, 0), fixed = c(NA, 0, 0, 0, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6
	-0.3943	0	0	0	-0.3663	-0.3982
s.e.	0.1037	0	0	0	0.1137	0.1235

sigma^2 estimated as 0.00377: log likelihood = 96.62, **aic = -185.25**

$$X_t \sim \text{AR}(6) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t$$

$$(1 + 0.3943B + 0.3663B^5 + 0.3982B^6)W_t = Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.003770)$$

Dades atípiques:

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
2	6	AO	0.1200253	3.008509	Jun 2009	112.75254
1	49	AO	-0.1388476	3.277646	Ene 2013	87.03607
3	66	AO	0.1101834	2.771979	Jun 2014	111.64828
4	69	AO	0.1353772	3.481261	Sep 2014	114.49686

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.002202604
```

Seguint la sistemàtica de la metodologia Box-Jenkins, es podria treballar amb dades atípiques considerant dos models: AR(7) i MA(4).

```
Call:
arima(x = dllnapb.lin, order = c(7, 0, 0))

Coefficients:
          ar1          ar2          ar3          ar4          ar5          ar6          ar7  intercept
      -0.7810   -0.3950   -0.0150   -0.0322   -0.3455   -0.5222   -0.3025         0.0014
s.e.    0.1156    0.1369    0.1391    0.1377    0.1379    0.1482    0.1371         0.0026

sigma^2 estimated as 0.005131:  log likelihood = 85.48,  aic = -152.97
```

```
Call:
arima(x = lnapb.lin, order = c(7, 1, 0), fixed = c(NA, NA, 0, 0, NA, NA, NA))
```

```
Coefficients:
          ar1          ar2  ar3  ar4          ar5          ar6          ar7
      -0.7775   -0.3862     0     0   -0.3227   -0.5151   -0.2995
s.e.    0.1110    0.1095     0     0    0.1136    0.1470    0.1360
```

```
sigma^2 estimated as 0.005155:  log likelihood = 85.32,  aic = -158.64
```

```
Call:
arima(x = lnapb.lin, order = c(0, 1, 4))
```

```
Coefficients:
          ma1          ma2          ma3          ma4
      -0.9413   0.2537   0.1425   -0.4548
s.e.    0.1169   0.1558   0.1342   0.1321
```

```
sigma^2 estimated as 0.004995:  log likelihood = 85.34,  aic = -160.68
```

```
Call:
arima(x = lnapb.lin, order = c(0, 1, 4), fixed = c(NA, 0, 0, NA))
```

```
Coefficients:
          ma1  ma2  ma3          ma4
      -0.7877     0     0   -0.2368
s.e.    0.1018     0     0    0.0800
```

```
sigma^2 estimated as 0.005244:  log likelihood = 83.3,  aic = -160.59
```

A la vista dels resultats obtinguts amb els nous models s'escull com a model definitiu amb dades atípiques considerant la sèrie de dades mensuals del tràfic del port de Barcelona de gener de 2009 a desembre de 2014, el model MA(4) amb diferenciació regular sense constant.

$$X_t \sim \text{MA}(4) \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^4 \omega_i I_i(t)$$

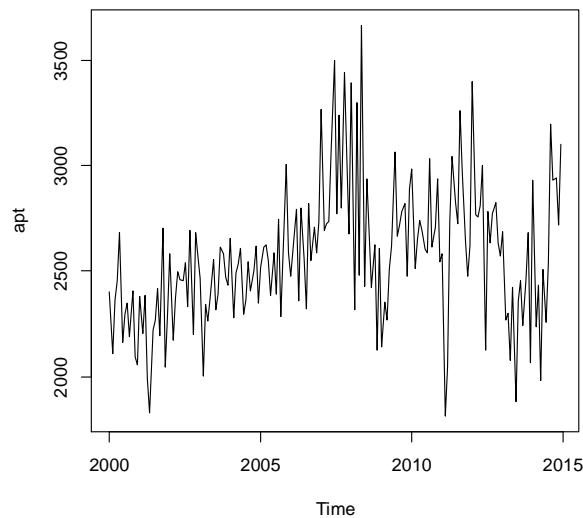
$$W_{lin_t} = (1 - B)\log X_{lin_t}$$

$$W_{lin_t} = (1 - 0.7877B - 0.2368B^4) Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.005244)$$

3.2. Port de Tarragona: Sèrie de dades de gener de 2000 a desembre de 2014.

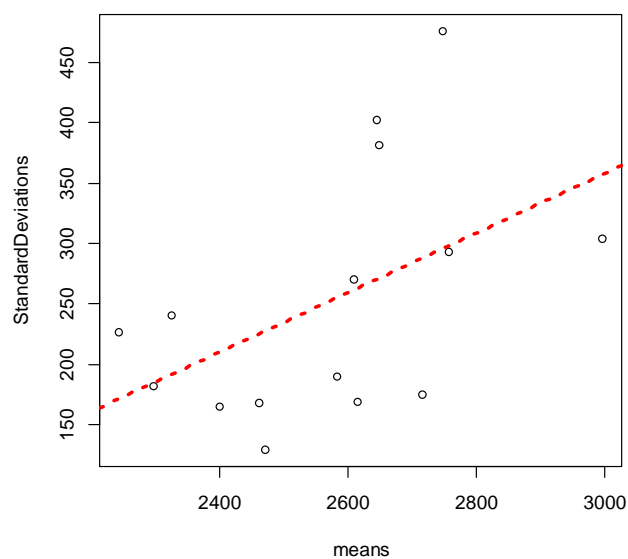
Lectura i gràfica de les dades:

```
apt=ts(read.table("APT2015.txt")[,1]/1000,start=2000,freq=12)  
plot(apt)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apt)%/%12*12  
m=apply(matrix(apt[1:ng],nrow=12),2,mean)  
s=apply(matrix(apt[1:ng],nrow=12),2,sd)  
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")  
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)  
summary(lm(s~m))
```



Call:

```
lm(formula = s ~ m)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-113.043	-61.456	-4.878	51.865	179.718

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-380.6744	313.0730	-1.216	0.2456
m	0.2462	0.1216	2.025	0.0639

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

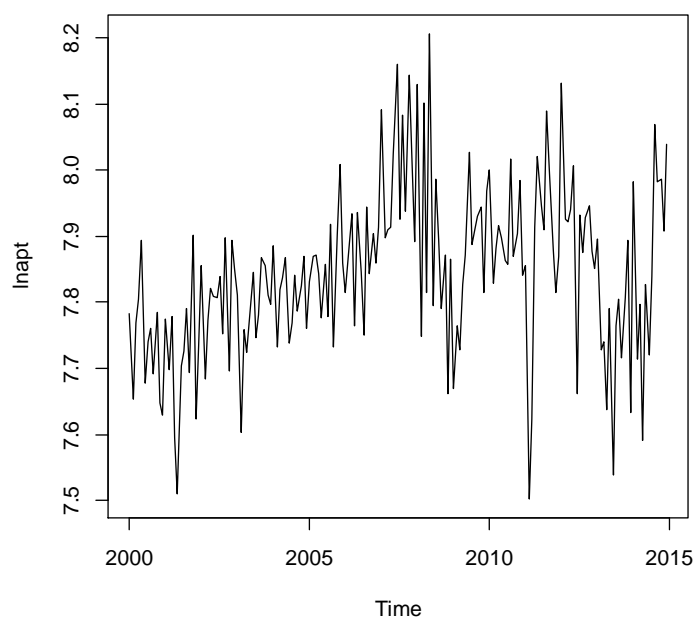
Residual standard error: 92.34 on 13 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2397, Adjusted R-squared: 0.1813

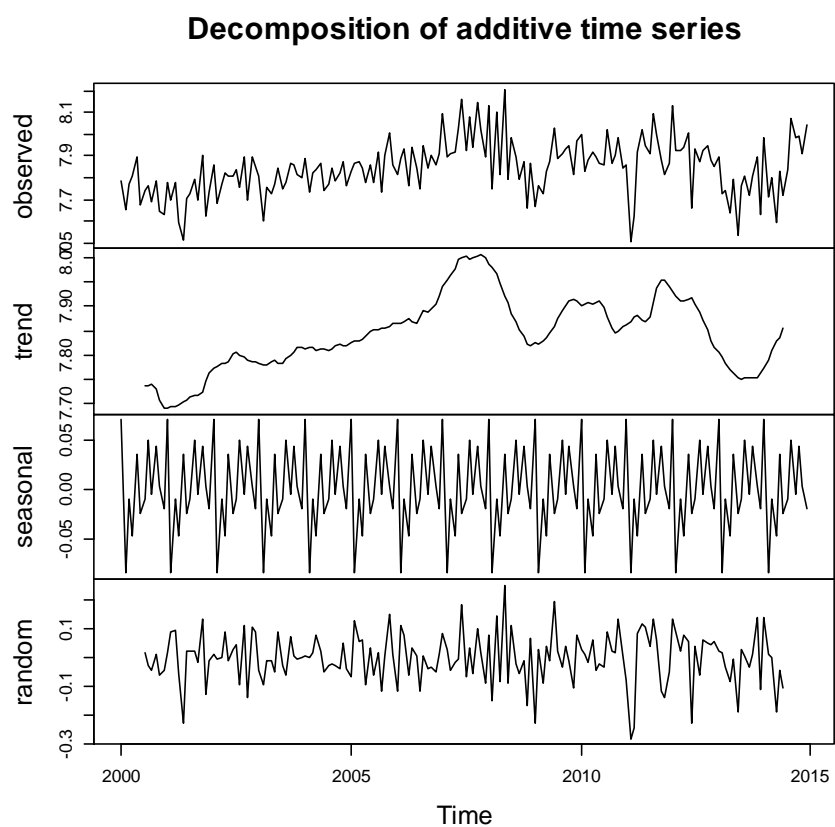
F-statistic: 4.099 on 1 and 13 DF, p-value: 0.06395

Transformació logarítmica per eliminar la heterocedasticitat (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

```
lnapt=log(apt)
plot(lnapt)
```

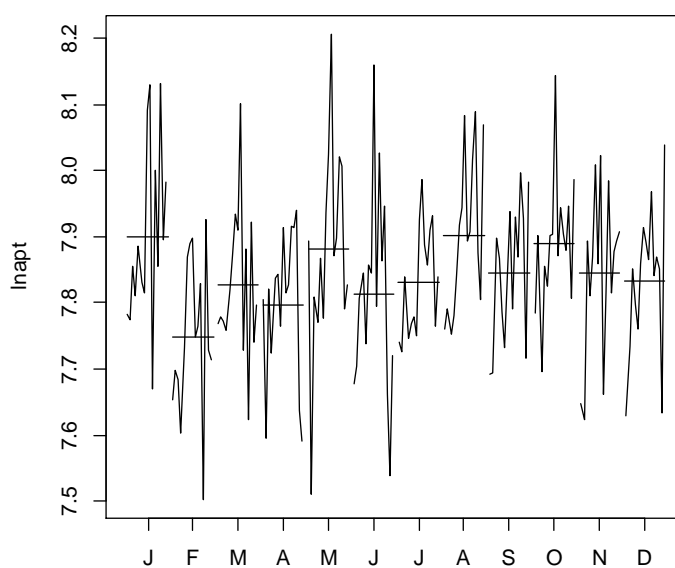


```
plot(decompose(lnapt))
```

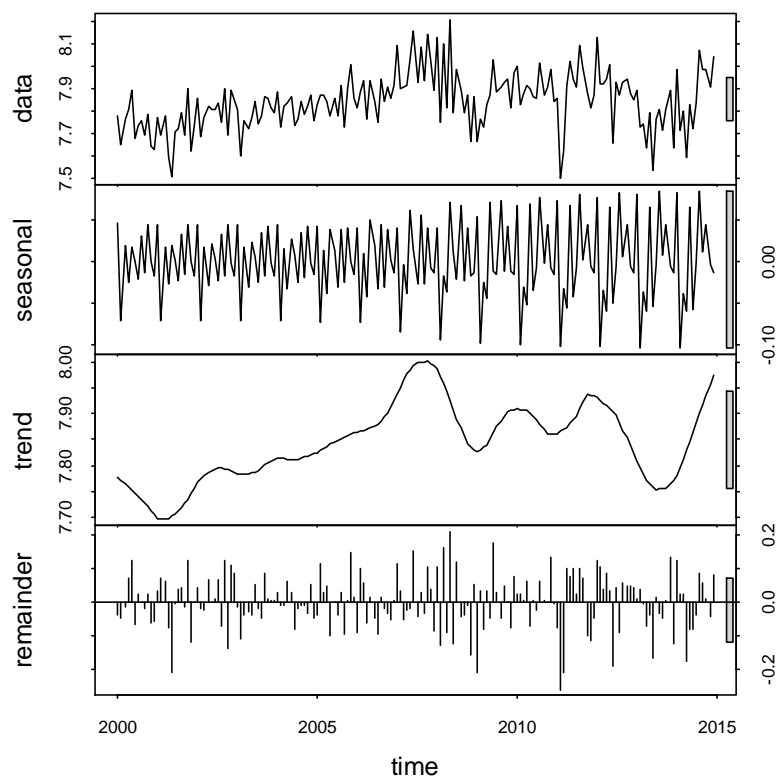


Són molt similars els gràfics dels valors observats i dels residus, per tant, tot apunta a que la sèrie no té estacionalitat.

```
monthplot(lnapt)
```



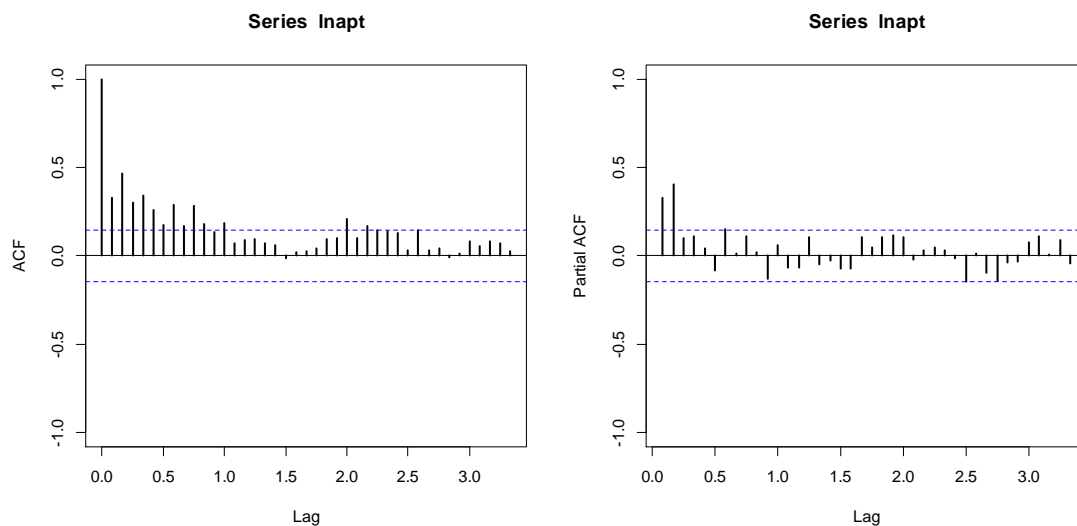
```
plot(stl(lnapt,s.window=12))
```



Component estacional negligible, per tant, no cal fer una diferenciació d'ordre 12. Es tracta d'un model ARMA(p,q).

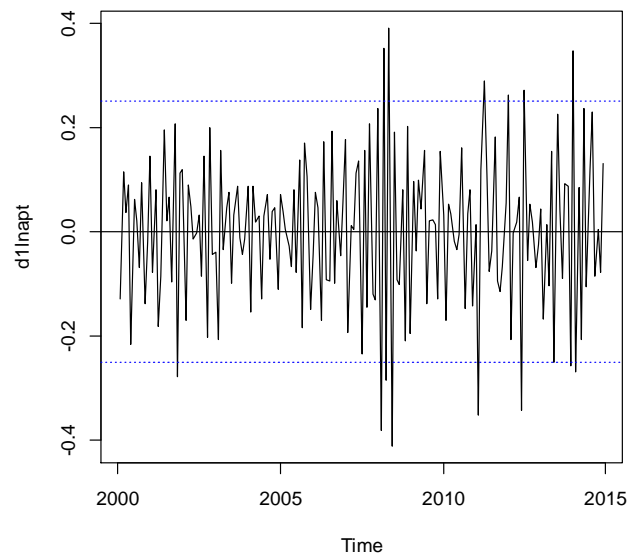
Gràfica ACF i PACF després d'aplicar la transformació logarítme:

```
acf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Diferenciació regular:

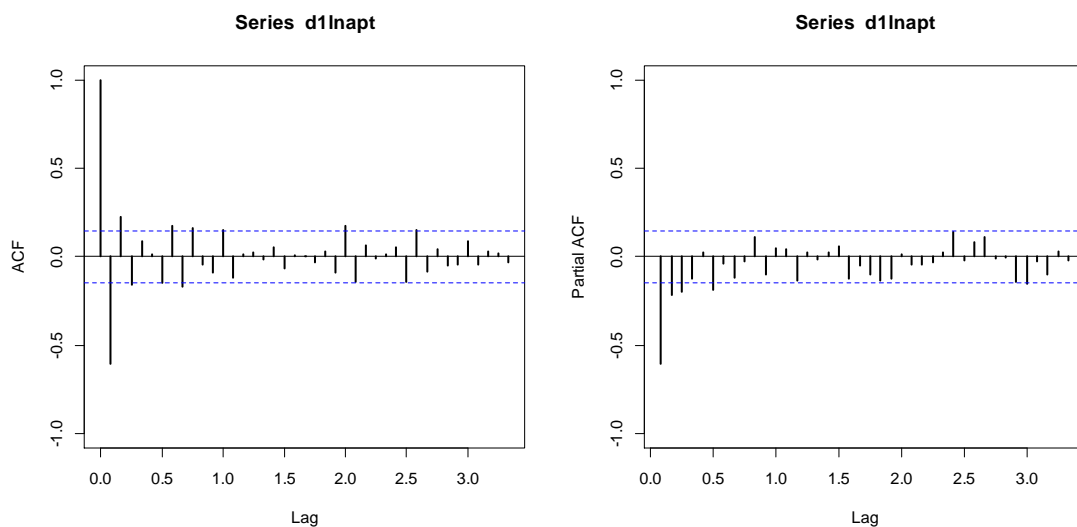
```
d1lnapt=diff(lnapt)
plot(d1lnapt)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapt),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapt),col=4,lty=3)
```



S'observen situacions relacionades amb dades atípiques. Mitjana al voltant de 0.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

```
acf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Càlcul de les variàncies.

var(lnapt) var(d1lnapt)

```
var(lnapt)
0.01570541
var(d1lnapt)
0.02090092
```

Inicialment, no seria necessària una diferenciació regular després de la transformació logarítmica.

Possibles models:

AR(2), ARMA(1,2) i ARMA(2,1) amb constant.

AR(2)

Call:

```
arima(x = lnapt, order = c(2, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	intercept
	0.1989	0.4104	7.8433
s.e.	0.0679	0.0683	0.0202

sigma^2 estimated as 0.01156: log likelihood = 145.8, aic = -283.60

ARMA(1,2)

Call:

```
arima(x = lnapt, order = c(1, 0, 2))
```

Coefficients:

	ar1	ma1	ma2	intercept
	0.8586	-0.7121	0.1787	7.8439
s.e.	0.0844	0.1106	0.0878	0.0256

sigma^2 estimated as 0.01142: log likelihood = 146.85, **aic = -283.69**

ARMA(2,1)

Call:

```
arima(x = lnapt, order = c(2, 0, 1))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ma1	intercept
	0.5361	0.2892	-0.4090	7.8437
s.e.	0.1715	0.1051	0.1799	0.0260

sigma^2 estimated as 0.01131: log likelihood = 147.68, **aic = -285.36**

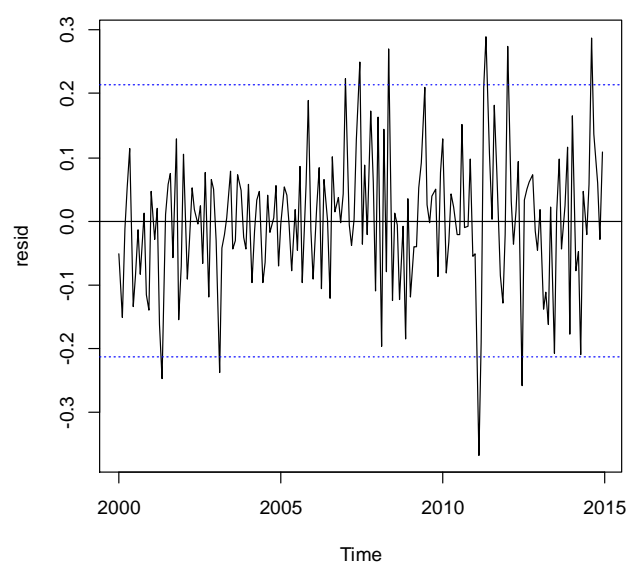
Primer aic més petit: -285,36 – Model ARMA(2,1)

Segon aic més petit: -283,69 – Model AR(1,2)

Validació del primer model:

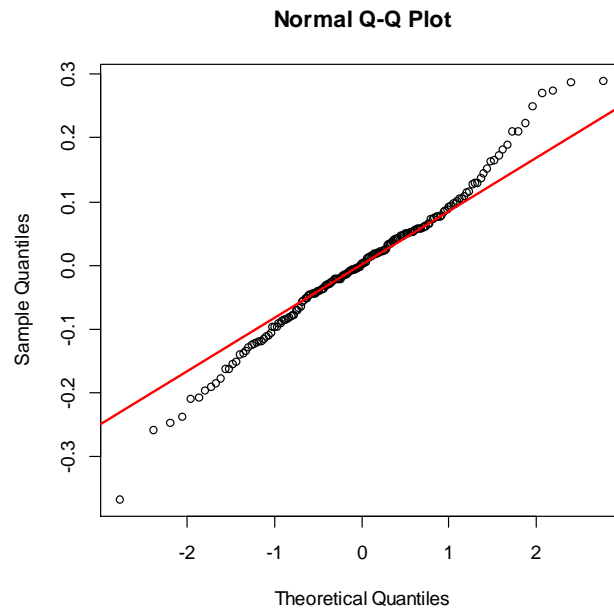
Gràfica dels residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



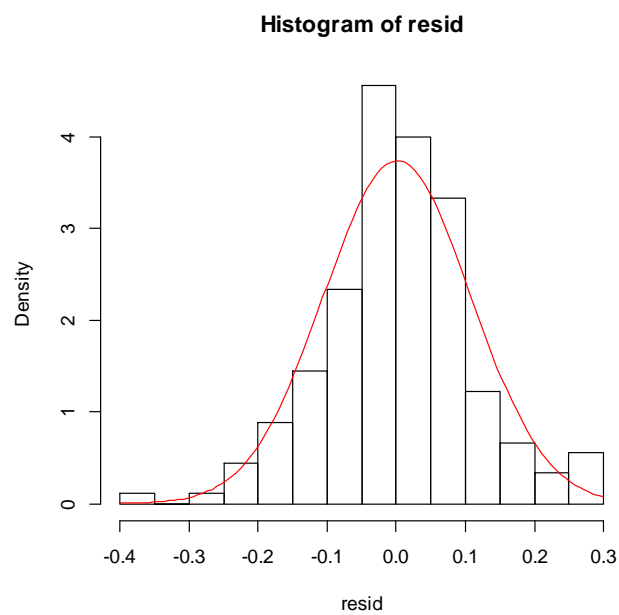
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



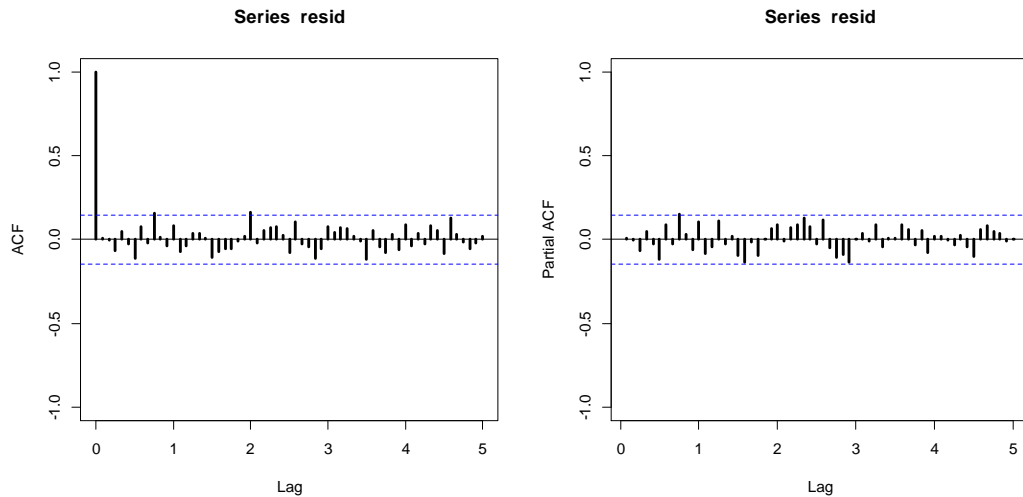
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



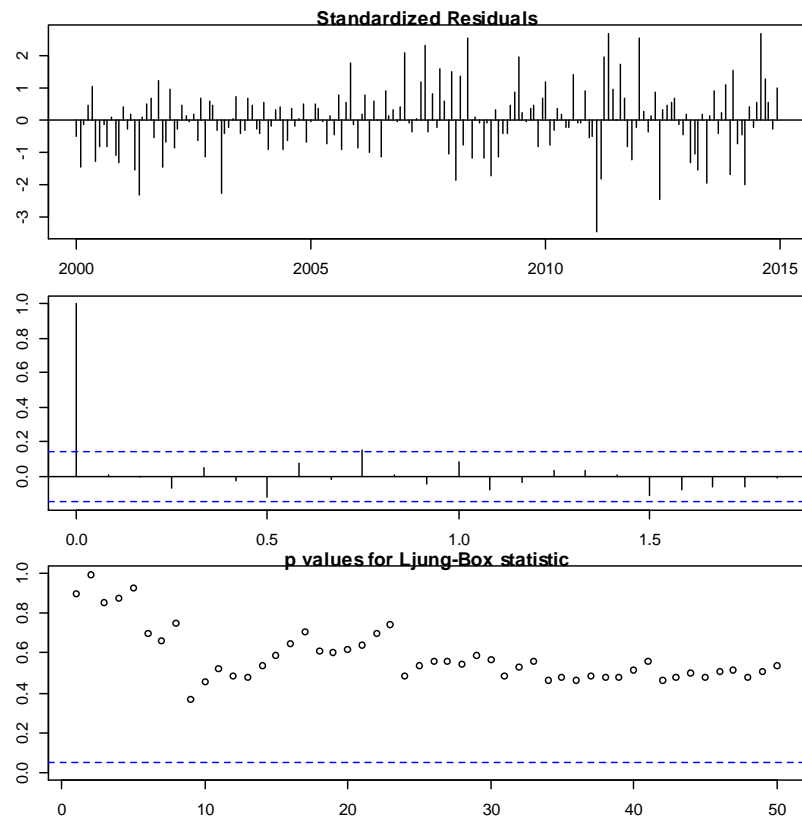
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.127134477	0.357352060	0.228345340	0.225761647	0.187068486	0.165577642
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.142866414	0.124475745	0.108048427	0.093923156	0.081599817	0.070908246
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.061612584	0.053537176	0.046519644	0.040422137	0.035123792	0.030519950
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
0.026519549	0.023043502	0.020023077	0.017398554	0.015118040	0.013136444
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
0.011414586	0.009918420	0.008618364	0.007488713	0.006507131	0.005654209
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
0.004913084	0.004269102	0.003709530	0.003223304	0.002800809	0.002433694

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
1.271345e-01	3.411889e-01	1.395367e-01	5.706661e-02	2.333864e-02	9.544852e-03
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
3.903577e-03	1.596454e-03	6.529049e-04	2.670198e-04	1.092036e-04	4.466123e-05
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
1.826519e-05	7.469953e-06	3.055002e-06	1.249410e-06	5.109738e-07	2.089740e-07
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
8.546450e-08	3.495259e-08	1.429463e-08	5.846104e-09	2.390893e-09	9.778082e-10
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
3.998962e-10	1.635463e-10	6.688588e-11	2.735445e-11	1.118721e-11	4.575254e-12
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
1.871151e-12	7.652483e-13	3.129651e-13	1.279940e-13	5.234595e-14	2.140803e-14

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.150847 3.004640
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 2.445155
```

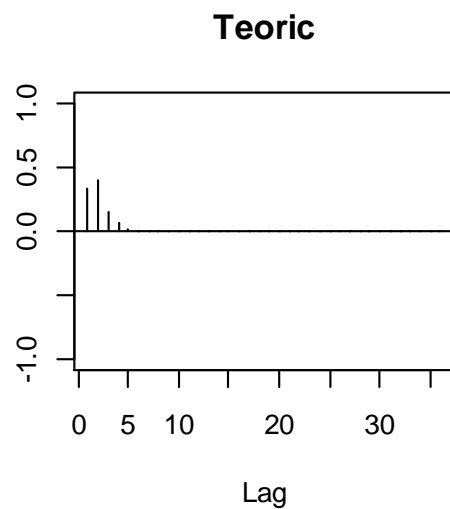
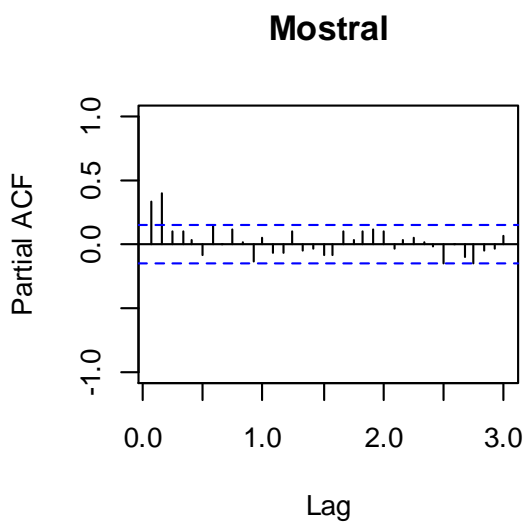
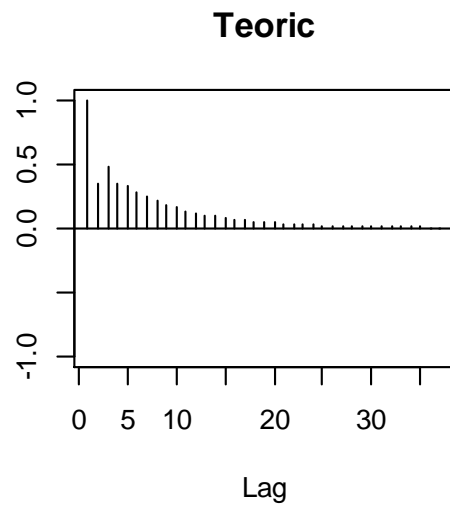
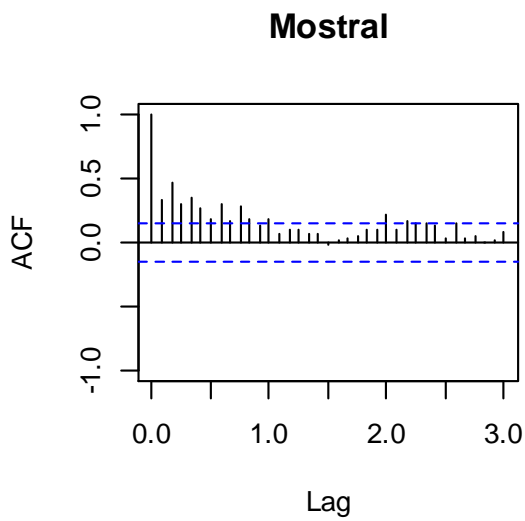
Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat.

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
```

```
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapt2=window(lnapt,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapt,order=c(2,0,1))
mod

mod2=arima(lnapt2,order=c(2,0,1))
mod2
```

```

Call:
arima(x = lnapt, order = c(2, 0, 1))

Coefficients:
          ar1          ar2          ma1  intercept
      0.5361    0.2892   -0.4090       7.8437
s.e.    0.1715    0.1051    0.1799       0.0260

sigma^2 estimated as 0.01131:  log likelihood = 147.68,  aic = -285.36

Call:
arima(x = lnapt2, order = c(2, 0, 1))

Coefficients:
          ar1          ar2          ma1  intercept
      0.6621    0.2234   -0.5512       7.8328
s.e.    0.1593    0.1103    0.1567       0.0304

sigma^2 estimated as 0.01086:  log likelihood = 141.2,  aic = -272.40

```

Capacitat de previsió:

```

pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt2[length(lnapt2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

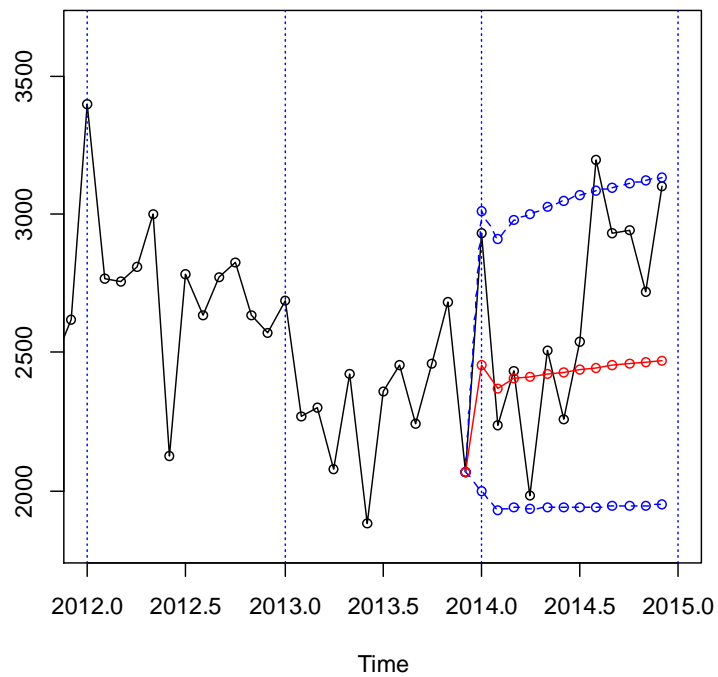
#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apr,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apr,error=apr-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```

		tl	pr	tu	apt	error
Jan	2014	1999.856	2453.066	3008.983	2929.959	476.89315
Feb	2014	1928.774	2368.844	2909.320	2237.753	-131.09104
Mar	2014	1940.795	2404.576	2979.184	2434.806	30.23004
Apr	2014	1935.738	2409.653	2999.594	1980.330	-429.32313
May	2014	1936.640	2421.104	3026.760	2506.965	85.86094
Jun	2014	1937.121	2429.861	3047.937	2255.557	-174.30363
Jul	2014	1938.461	2438.257	3066.915	2538.976	100.71920
Aug	2014	1940.101	2445.804	3083.322	3194.580	748.77623
Sep	2014	1942.005	2452.703	3097.701	2930.769	478.06613
Oct	2014	1944.050	2458.979	3110.299	2943.006	484.02736
Nov	2014	1946.168	2464.693	3121.371	2717.965	253.27180
Dec	2014	1948.303	2469.894	3131.123	3101.294	631.40021

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.2445253
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 1.460504

```

Previsió a llarg termini:

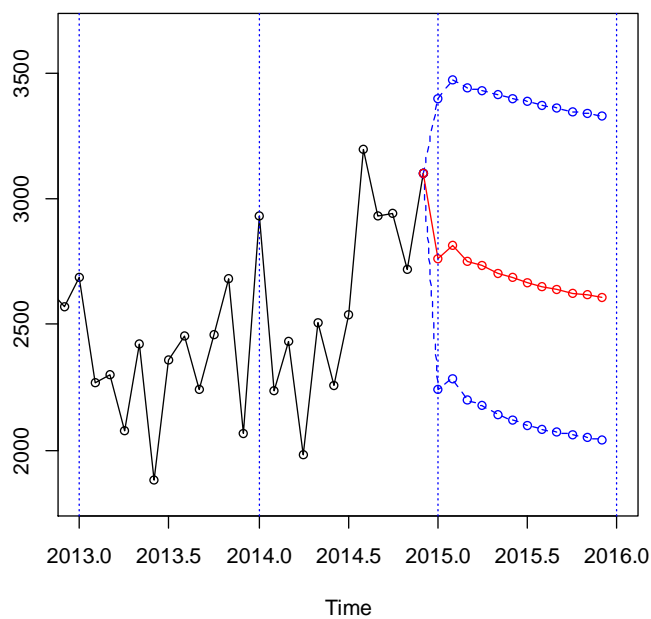
```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt[length(lnapt)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apt,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```

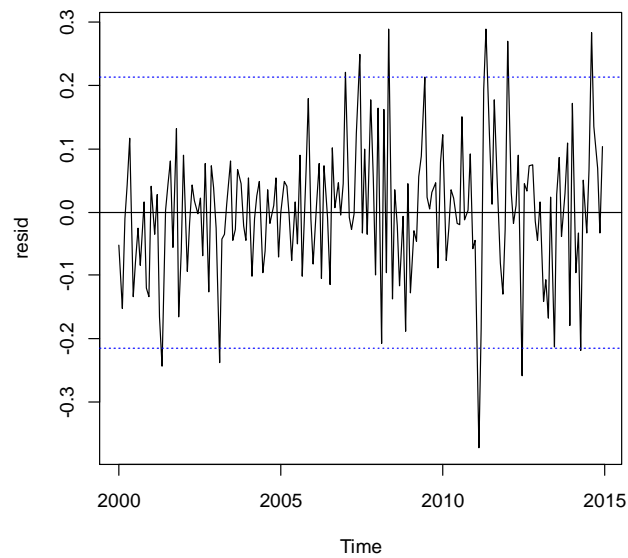


		tl	pr	tu
Jan	2015	2240.529	2759.826	3399.483
Feb	2015	2281.724	2815.290	3473.625
Mar	2015	2201.305	2751.090	3438.186
Apr	2015	2175.836	2732.958	3432.731
May	2015	2143.393	2705.180	3414.212
Jun	2015	2120.723	2685.264	3400.087
Jul	2015	2100.826	2666.757	3385.141
Aug	2015	2084.719	2651.217	3371.653
Sep	2015	2071.151	2637.642	3359.076
Oct	2015	2059.813	2625.951	3347.690
Nov	2015	2050.249	2615.818	3337.402
Dec	2015	2042.166	2607.051	3328.189

Validació del segon model:

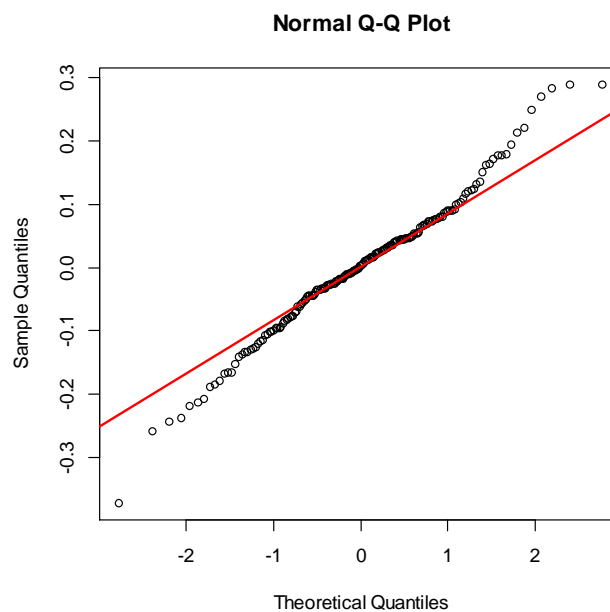
Gràfica dels residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



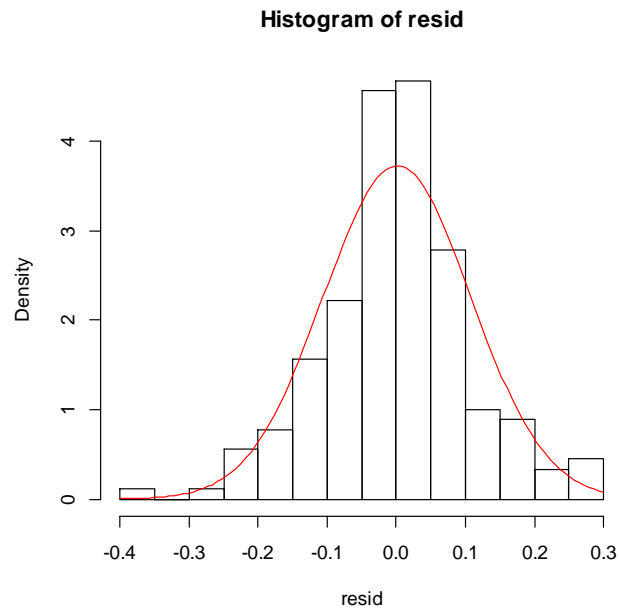
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



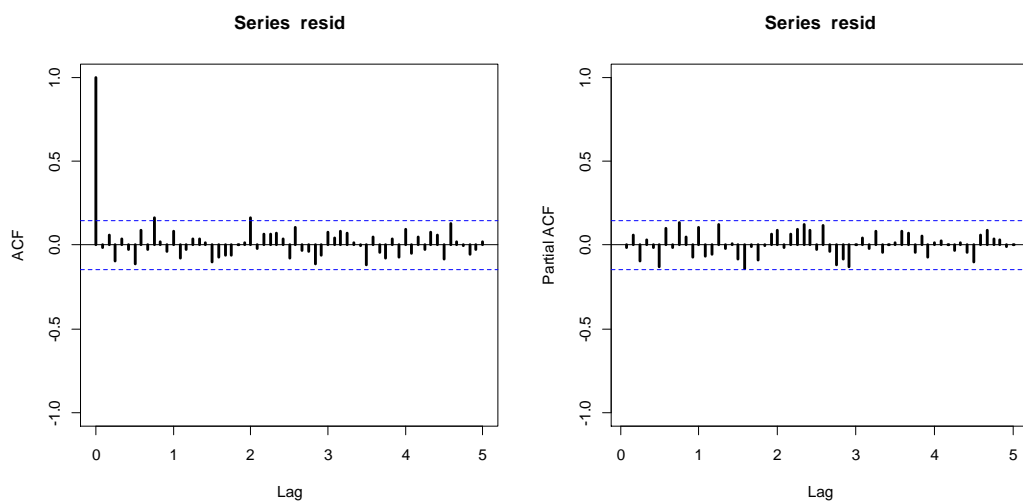
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



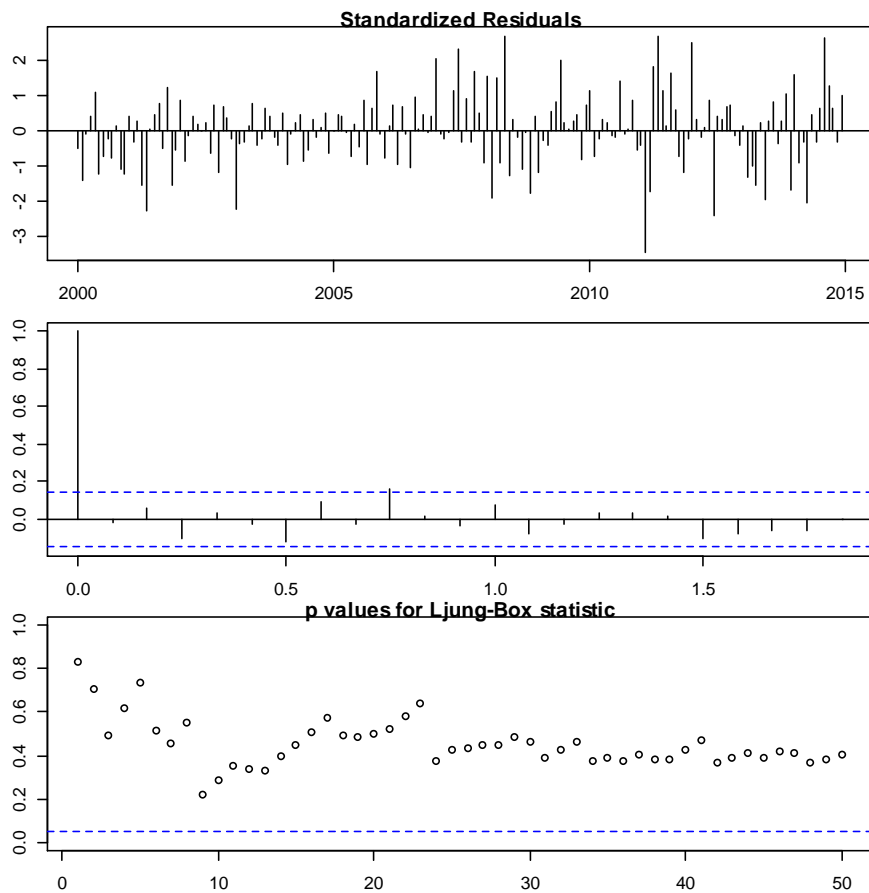
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)  
names(psis)=paste("psi",1:36)  
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.146503487	0.304468013	0.261404614	0.224432023	0.192688768	0.165435220
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.142036365	0.121947001	0.104699040	0.089890599	0.077176637	0.066260914
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.056889092	0.048842802	0.041934566	0.036003417	0.030911160	0.026539142
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
0.022785494	0.019562755	0.016795835	0.014420263	0.012380687	0.010629585
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
0.009126156	0.007835369	0.006727149	0.005775673	0.004958773	0.004257413
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
0.003655252	0.003138260	0.002694390	0.002313301	0.001986112	0.001705200

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5
1.465035e-01 2.830047e-01 1.753378e-01 7.428184e-02 2.156265e-02
      pi 6      pi 7      pi 8      pi 9      pi 10
2.080757e-03 -2.371316e-03 -2.060317e-03 -1.043346e-03 -3.747737e-04
      pi 11      pi 12      pi 13      pi 14      pi 15
-8.042981e-05 9.695995e-06 2.127577e-05 1.341705e-05 5.752049e-06
      pi 16      pi 17      pi 18      pi 19      pi 20
1.698359e-06 1.815215e-07 -1.742186e-07 -1.564891e-07 -8.029898e-08
      pi 21      pi 22      pi 23      pi 24      pi 25
-2.921520e-08 -6.454645e-09 6.242548e-10 1.597859e-09 1.026223e-09
      pi 26      pi 27      pi 28      pi 29      pi 30
4.452162e-10 1.336485e-10 1.561177e-11 -1.276459e-11 -1.187874e-11
      pi 31      pi 32      pi 33      pi 34      pi 35
-6.177502e-12 -2.276181e-12 -5.169427e-13 3.862776e-14 1.198755e-13
      pi 36
7.845611e-14
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.164738
```

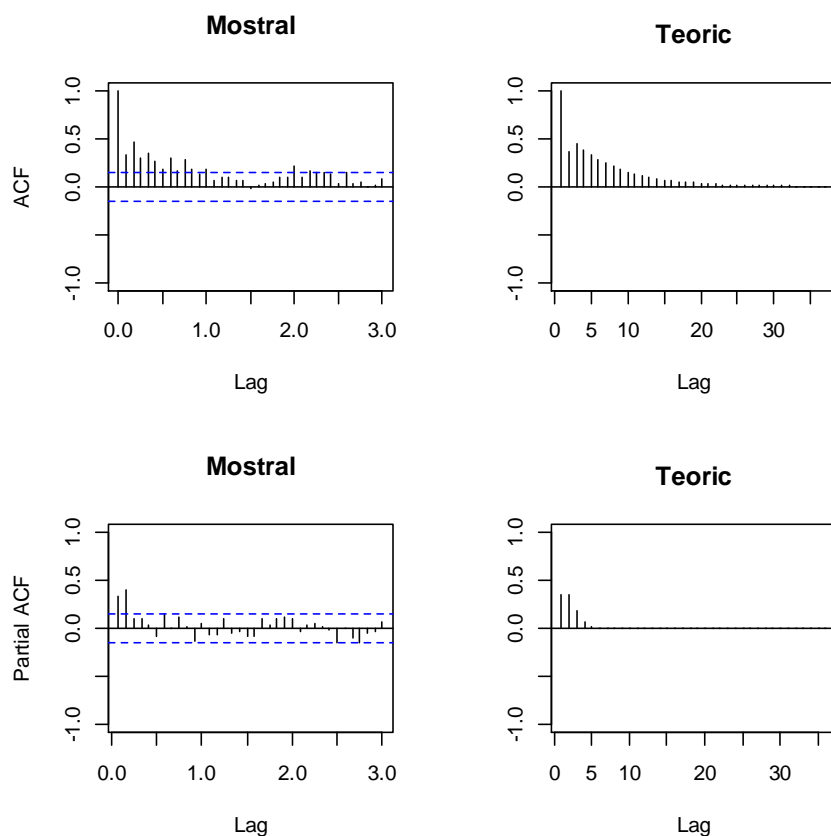
```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 2.365675 2.365675
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat.

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-
1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapt2=window(lnapt,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapt,order=c(1,0,2))
mod

mod2=arima(lnapt2,order=c(1,0,2))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnapt, order = c(1, 0, 2))
```

```
Coefficients:
      ar1      ma1      ma2  intercept
    0.8586 -0.7121  0.1787      7.8439
s.e.    0.0844   0.1106  0.0878      0.0256
```

```
sigma^2 estimated as 0.01142:  log likelihood = 146.85,  aic = -283.69
```

```
Call:
arima(x = lnapt2, order = c(1, 0, 2))

Coefficients:
          ar1          ma1          ma2  intercept
      0.9082   -0.7800   0.1395       7.8328
s.e.    0.0580    0.0946   0.0808       0.0305

sigma^2 estimated as 0.01092:  log likelihood = 140.76,  aic = -271.52
```

Observant la comprovació de l'estabilitat dels dos models escollits es pot afirmar que aquesta està compromesa donats els resultats sense tenir en compte l'any 2014. El model està en la frontera de la seva validesa tenint en compte des de 2000 fins a 2013, però bé, donada que la situació està en la frontera es seguiran considerant com a vàlids.

Capacitat de previsió:

```
pred=predict(mod2,n.ahead=12)

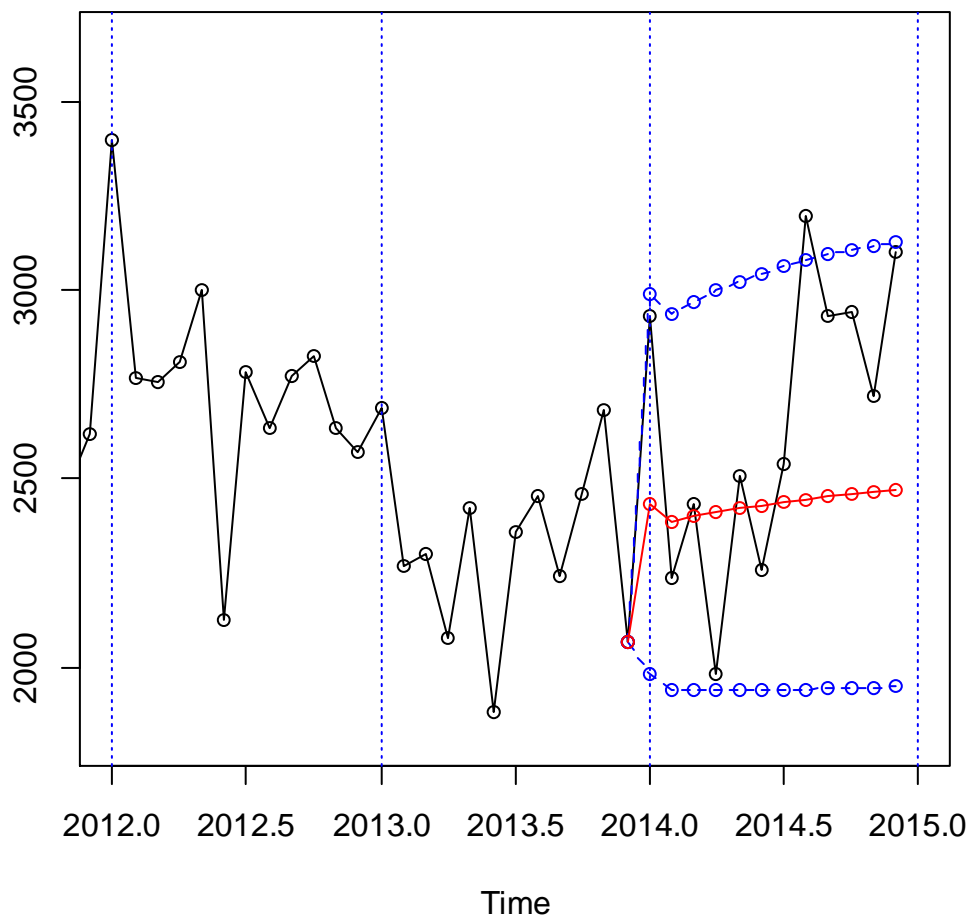
pr<-c(lnapt2[length(lnapt2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apr,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apr,error=apr-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```

		tl	pr	tu	apt	error
Jan	2014	1983.224	2433.991	2987.212	2929.959	495.96834
Feb	2014	1941.654	2386.971	2934.422	2237.753	-149.21819
Mar	2014	1938.742	2399.051	2968.650	2434.806	35.75482
Apr	2014	1937.446	2410.075	2998.000	1980.330	-429.74527
May	2014	1937.298	2420.131	3023.302	2506.965	86.83371
Jun	2014	1937.964	2429.301	3045.206	2255.557	-173.74359
Jul	2014	1939.201	2437.658	3064.240	2538.976	101.31770
Aug	2014	1940.827	2445.274	3080.833	3194.580	749.30627
Sep	2014	1942.707	2452.211	3095.340	2930.769	478.55828
Oct	2014	1944.739	2458.528	3108.056	2943.006	484.47802
Nov	2014	1946.850	2464.279	3119.231	2717.965	253.68554
Dec	2014	1948.982	2469.515	3129.071	3101.294	631.77935

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.2481241
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 1.478734

```

Previsió a llarg termini:

```

pred=predict(mod,n.ahead=12)

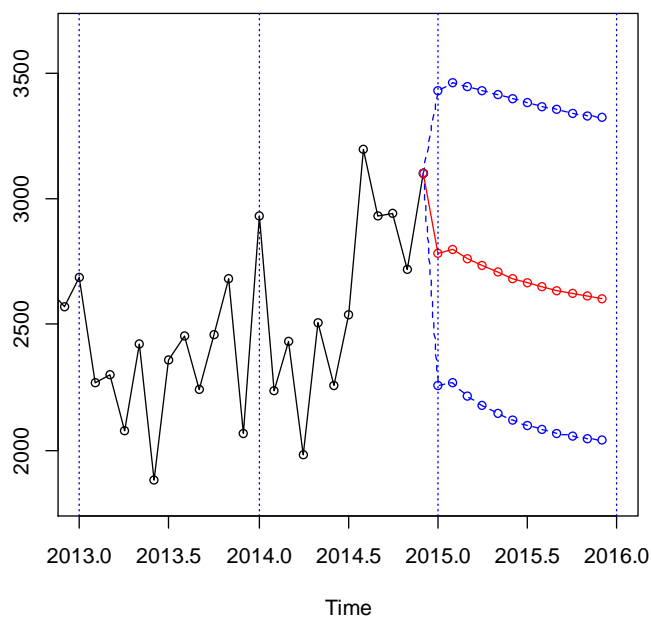
pr<-c(lnapt[length(lnapt)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apt,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```



		tl	pr	tu
Jan	2015	2257.687	2783.696	3432.257
Feb	2015	2266.779	2801.162	3461.524
Mar	2015	2215.964	2764.219	3448.120
Apr	2015	2176.266	2732.891	3431.883
May	2015	2144.753	2706.276	3414.813
Jun	2015	2119.429	2683.633	3398.032
Jul	2015	2098.879	2664.344	3382.153
Aug	2015	2082.069	2647.893	3367.487
Sep	2015	2068.227	2633.851	3354.162
Oct	2015	2056.764	2621.854	3342.200
Nov	2015	2047.225	2611.597	3331.553
Dec	2015	2039.254	2602.823	3322.140

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el primer model:

$$X_t \sim \text{ARMA}(2,1) \text{ amb constant}$$

$$W_t = \log X_t - 7.8437$$

$$(1 - 0.5361B - 0.2893B^2)W_t = (1 - 0.4090B)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.01131)$$

Estudi del primer model considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(0,0),crit=2.5,LS=T)
mod.atip$atip

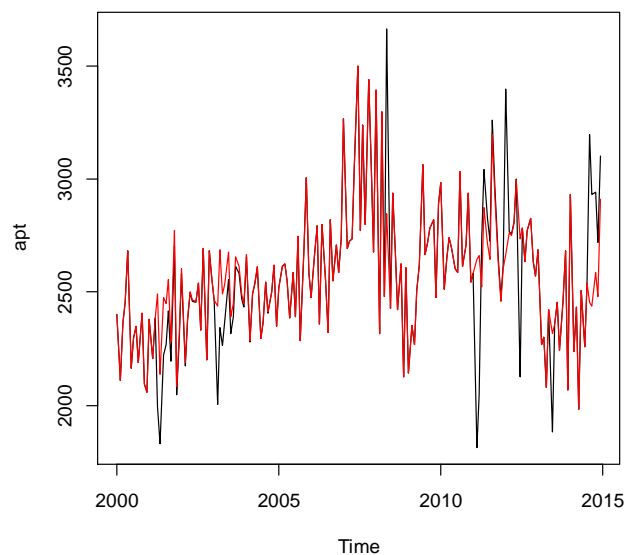
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],2000+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
6	16	TC	-0.2246052	2.949188	Abr 2001	79.88315
8	38	TC	-0.1984083	2.716140	Feb 2003	82.00350
4	101	AO	0.2743395	3.119966	May 2008	131.56613
1	134	TC	-0.3756423	4.338023	Feb 2011	68.68480
2	136	TC	0.2665161	3.162135	Abr 2011	130.54087
7	145	AO	0.2312982	2.819965	Ene 2012	126.02350
5	150	AO	-0.2572053	2.997208	Jun 2012	77.32095
9	162	AO	-0.2094649	2.656158	Jun 2013	81.10181
10	169	AO	0.2025436	2.616788	Ene 2014	122.45135
3	176	TC	0.2625386	3.165879	Ago 2014	130.02266

```
mod.atip$sigma2
[1] 0.00700152
```

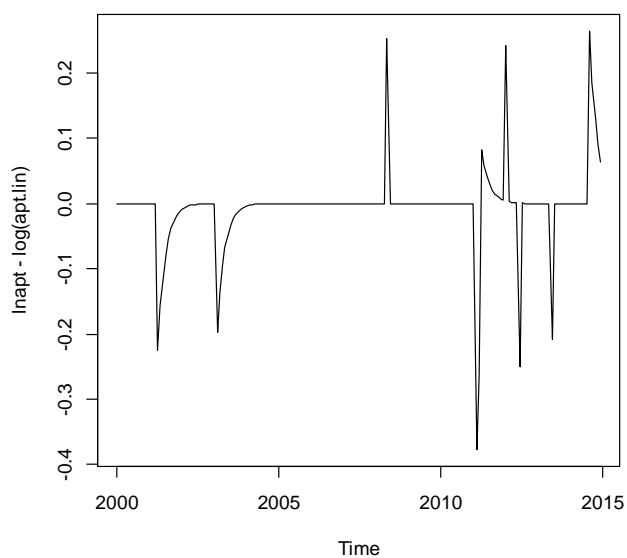
Linealització de la sèrie:

```
lnapt.lin=lineal(lnapt,mod.atip$atip)
apt.lin=ts(exp(lnapt.lin),start=2000,freq=12)
plot(apt,col=1)
lines(apt.lin,col=2)
```



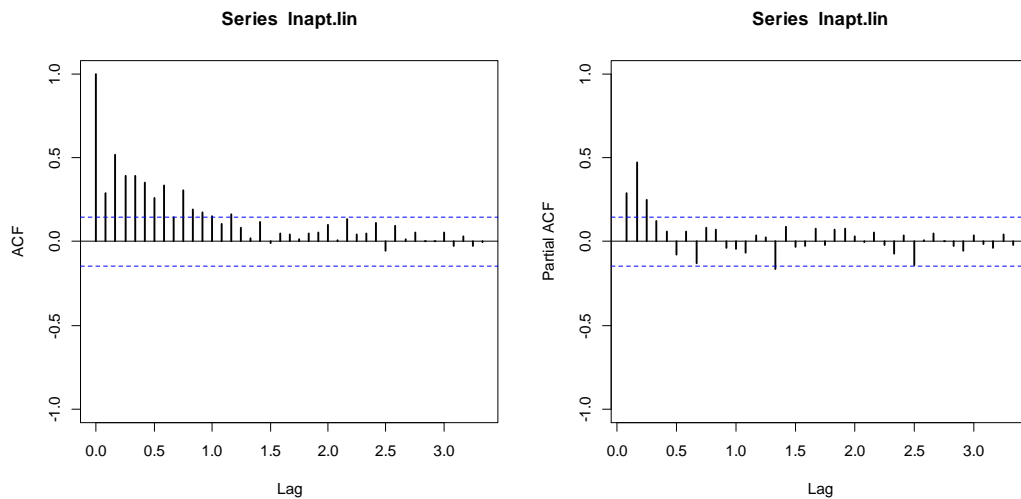
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapt-log(apt.lin))
```



Gràfica ACF i PACF de la sèrie linealitzada.

```
acf(lnapt.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapt.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Model a considerar: ARMA(2,1).

```
aptlin.mod=arima(lnapt.lin,order=c(2,0,1))
aptlin.mod
```

Call:

```
arima(x = lnapt.lin, order = c(2, 0, 1))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ma1	intercept
	0.4930	0.3959	-0.4946	7.8441
s.e.	0.1012	0.0799	0.0984	0.0266

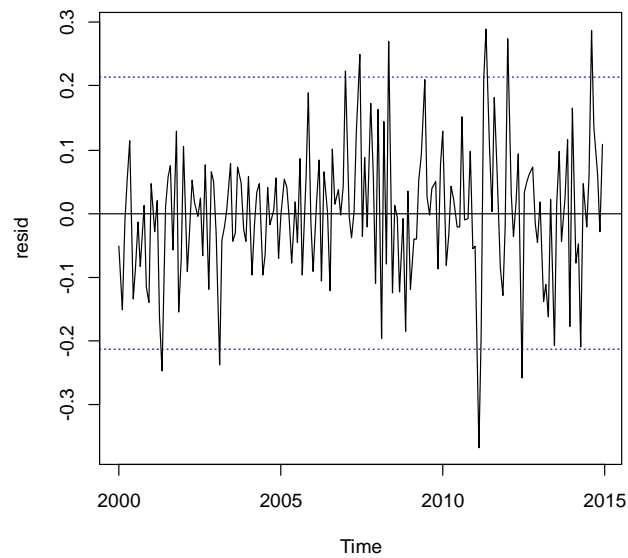
sigma^2 estimated as 0.006808: log likelihood = 193.21, **aic = -376.43**

L'aic és superior al calculat amb la sèrie inicial.

Validació del model:

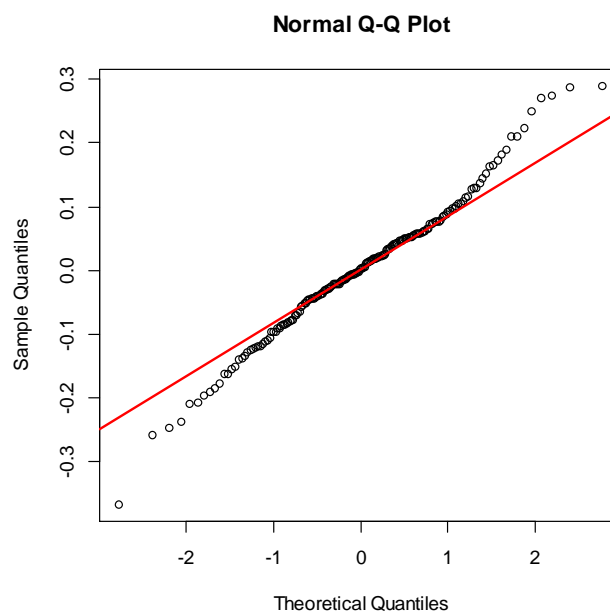
Gràfica dels residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



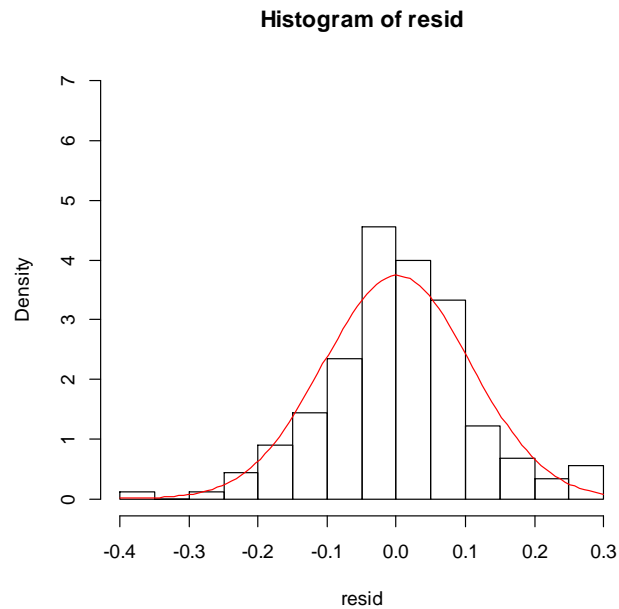
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



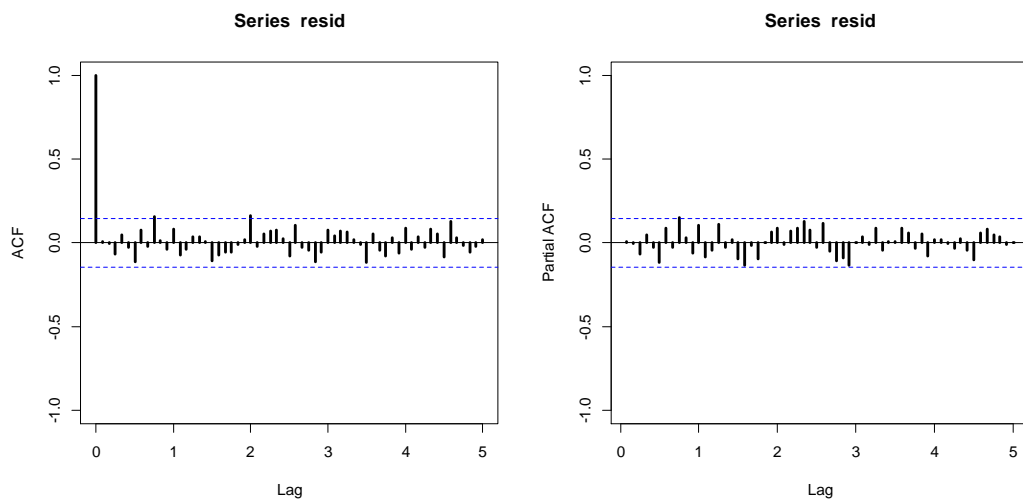
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



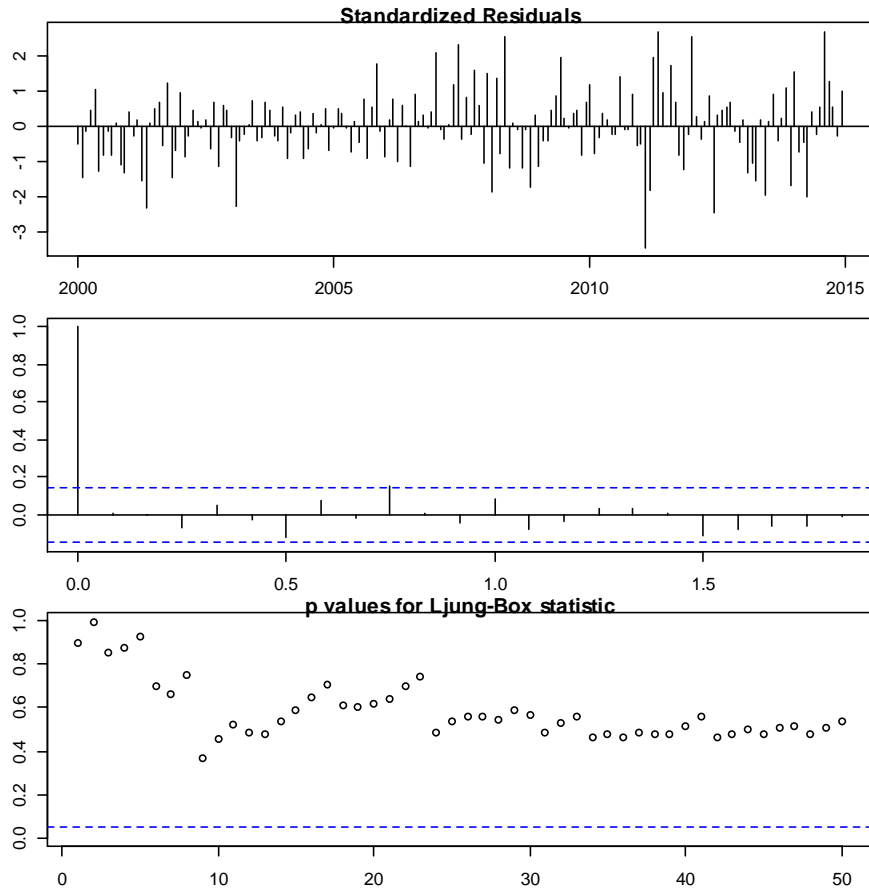
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)  
names(psis)=paste("psi",1:36)  
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.127134477	0.357352060	0.228345340	0.225761647	0.187068486	0.165577642
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.142866414	0.124475745	0.108048427	0.093923156	0.081599817	0.070908246
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.061612584	0.053537176	0.046519644	0.040422137	0.035123792	0.030519950
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
0.026519549	0.023043502	0.020023077	0.017398554	0.015118040	0.013136444
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
0.011414586	0.009918420	0.008618364	0.007488713	0.006507131	0.005654209
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
0.004913084	0.004269102	0.003709530	0.003223304	0.002800809	0.002433694

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5      pi 6
1.271345e-01 3.411889e-01 1.395367e-01 5.706661e-02 2.333864e-02 9.544852e-03
      pi 7      pi 8      pi 9      pi 10     pi 11     pi 12
3.903577e-03 1.596454e-03 6.529049e-04 2.670198e-04 1.092036e-04 4.466123e-05
      pi 13     pi 14     pi 15     pi 16     pi 17     pi 18
1.826519e-05 7.469953e-06 3.055002e-06 1.249410e-06 5.109738e-07 2.089740e-07
      pi 19     pi 20     pi 21     pi 22     pi 23     pi 24
8.546450e-08 3.495259e-08 1.429463e-08 5.846104e-09 2.390893e-09 9.778082e-10
      pi 25     pi 26     pi 27     pi 28     pi 29     pi 30
3.998962e-10 1.635463e-10 6.688588e-11 2.735445e-11 1.118721e-11 4.575254e-12
      pi 31     pi 32     pi 33     pi 34     pi 35     pi 36
1.871151e-12 7.652483e-13 3.129651e-13 1.279940e-13 5.234595e-14 2.140803e-14
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.150847 3.004640
```

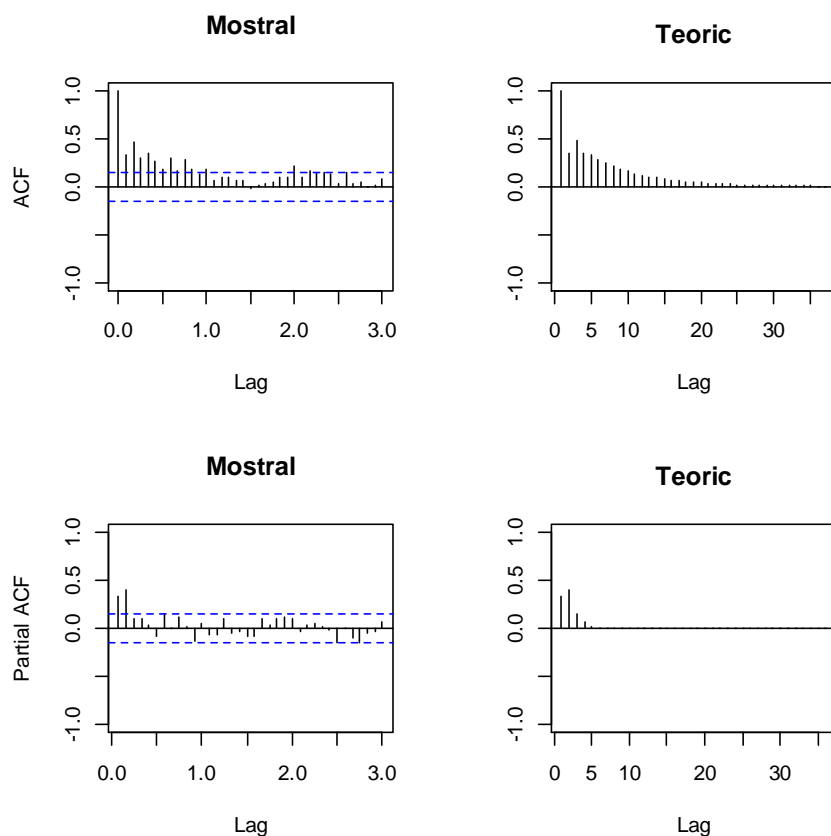
```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 2.445155
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat.

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-
1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapt2.lin=window(lnapt.lin,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapt.lin,order=c(2,0,1))
mod

mod2=arima(lnapt2.lin,order=c(2,0,1))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnapt.lin, order = c(2, 0, 1))
```

```
Coefficients:
      ar1      ar2      ma1  intercept
    0.4930  0.3959 -0.4946     7.8441
s.e.    0.1012  0.0799  0.0984     0.0266
```

```
sigma^2 estimated as 0.006808:  log likelihood = 193.21, aic = -376.43
```

```

Call:
arima(x = lnapt2.lin, order = c(2, 0, 1))

Coefficients:
          ar1          ar2          ma1      intercept
      0.5514    0.3553   -0.5306         7.8388
s.e.    0.1058    0.0863    0.0961         0.0303

sigma^2 estimated as 0.006691:  log likelihood = 181.75, aic = -353.50

```

Capacitat de previsió:

```

pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt2[length(lnapt2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

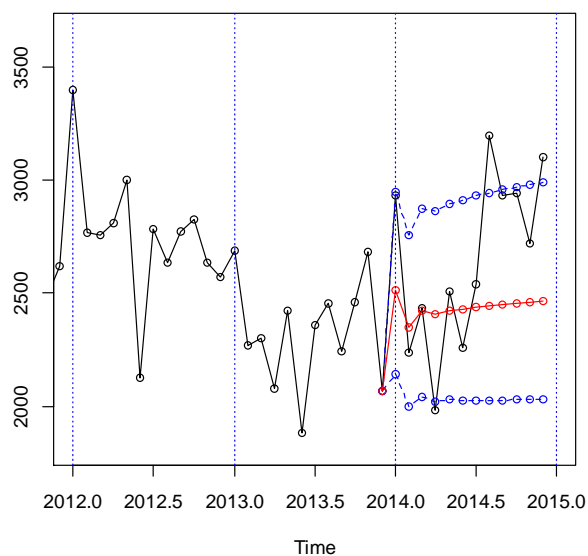
#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apt,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apt,error=apt-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apt	error
Jan	2014	2139.767	2511.848	2948.629	2929.959	418.11133
Feb	2014	1998.853	2346.512	2754.639	2237.753	-108.75888
Mar	2014	2041.354	2421.560	2872.580	2434.806	13.24634
Apr	2014	2020.821	2405.067	2862.375	1980.330	-424.73669
May	2014	2026.910	2422.973	2896.427	2506.965	83.99210
Jun	2014	2023.896	2427.002	2910.397	2255.557	-171.44539
Jul	2014	2025.218	2435.638	2929.231	2538.976	103.33816
Aug	2014	2025.496	2441.854	2943.797	3194.580	752.72637
Sep	2014	2026.652	2448.376	2957.855	2930.769	482.39350
Oct	2014	2027.829	2454.200	2970.220	2943.006	488.80551
Nov	2014	2029.264	2459.748	2981.554	2717.965	258.21677
Dec	2014	2030.792	2464.893	2991.787	3101.294	636.40121

```

> mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.lin.EQM
[1] 0.2386454
> mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.lin.EAM
[1] 1.427958

```

Previsió a llarg termini:

```

pred=predict(mod,n.ahead=12)

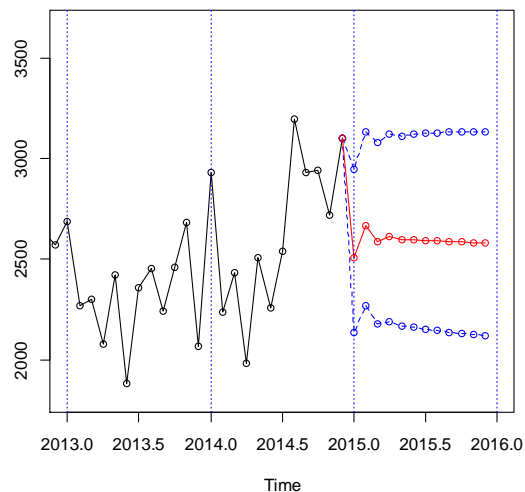
pr<-c(lnapt[length(lnapt)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apt,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```



		tl	pr	tu
Jan	2015	2133.330	2507.806	2948.016
Feb	2015	2267.287	2665.277	3133.130
Mar	2015	2175.863	2589.114	3080.851
Apr	2015	2191.154	2614.653	3120.004
May	2015	2166.570	2597.353	3113.789
Jun	2015	2161.629	2598.945	3124.734
Jul	2015	2150.598	2592.907	3126.186
Aug	2015	2143.939	2590.564	3130.230
Sep	2015	2136.937	2587.026	3131.915
Oct	2015	2131.355	2584.358	3133.644
Nov	2015	2126.257	2581.647	3134.570
Dec	2015	2121.882	2579.257	3135.221

Model amb atípics:

$X_t \sim \text{ARMA}(2,1)$ amb constant

$$\log X_t = \log X_{\text{lin}_t} + \sum_{i=1}^{10} \omega_i I_i(t)$$

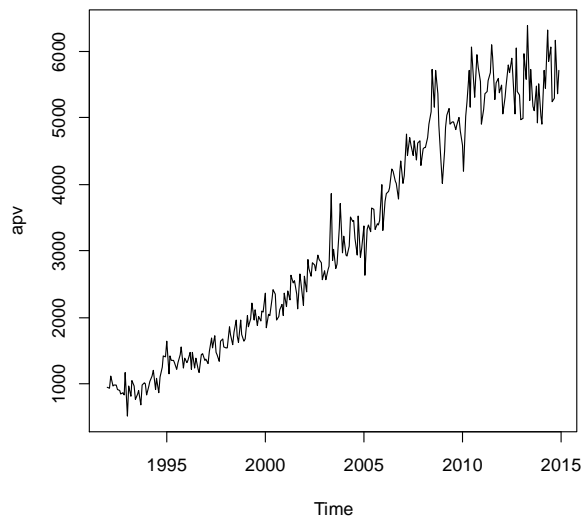
$$W_{\text{lin}_t} = \log X_{\text{lin}_t} - 7.8441$$

$$(1 - 0.4930B - 0.3959B^2)W_{\text{lin}_t} = (1 - 0.4946B)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.006808)$$

3.3. Port de València: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.

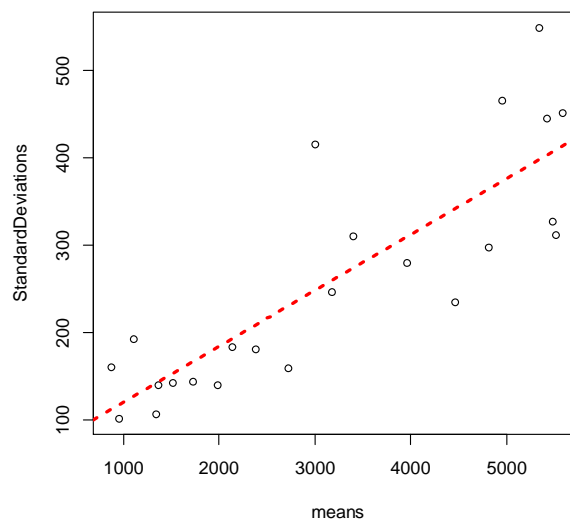
Lectura i gràfica de les dades:

```
apv=ts(read.table("APV-FM2015.txt")[,1]/1000,start=1992,freq=12)
plot(apv)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apv)%/%12*12
m=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))
```



```

Call:
lm(formula = s ~ m)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-107.97  -39.64  -12.92   39.75  167.03

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  55.905137   33.100648    1.689    0.106
m             0.063953    0.009212    6.942 7.39e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 73.6 on 21 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6965,    Adjusted R-squared:  0.6821
F-statistic:  48.2 on 1 and 21 DF,  p-value: 7.391e-07

```

p-valor<0.05 pendent significativa var. no ct. Heterocedasticitat

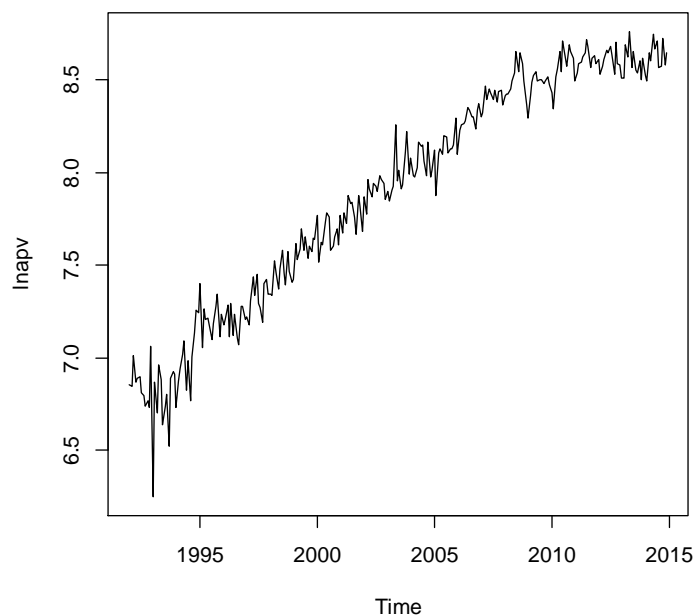
Com el p-valor és inferior a 0.05, la pendent de la recta és significativa, per tant, la variància no és constant, significant aquest fet existència d'heterocedasticitat.

Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

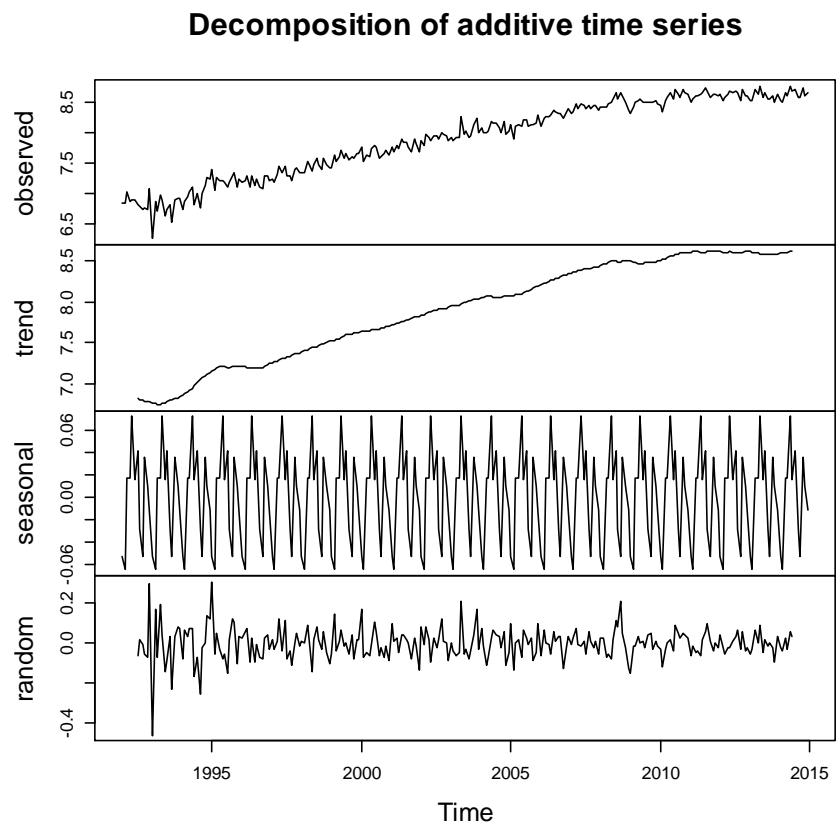
```

lnapv=log(apv)
plot(lnapv)

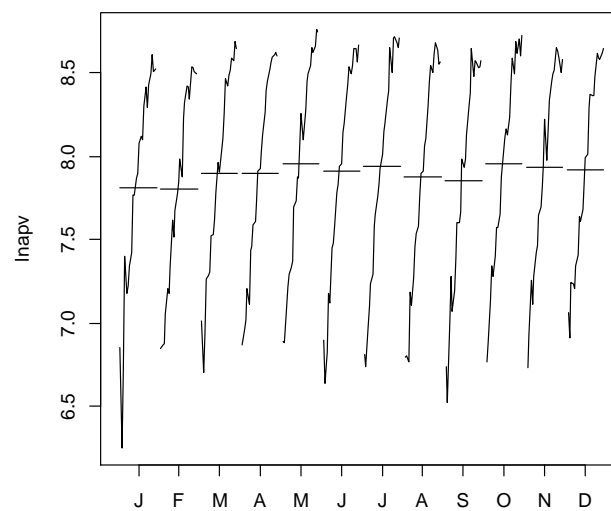
```



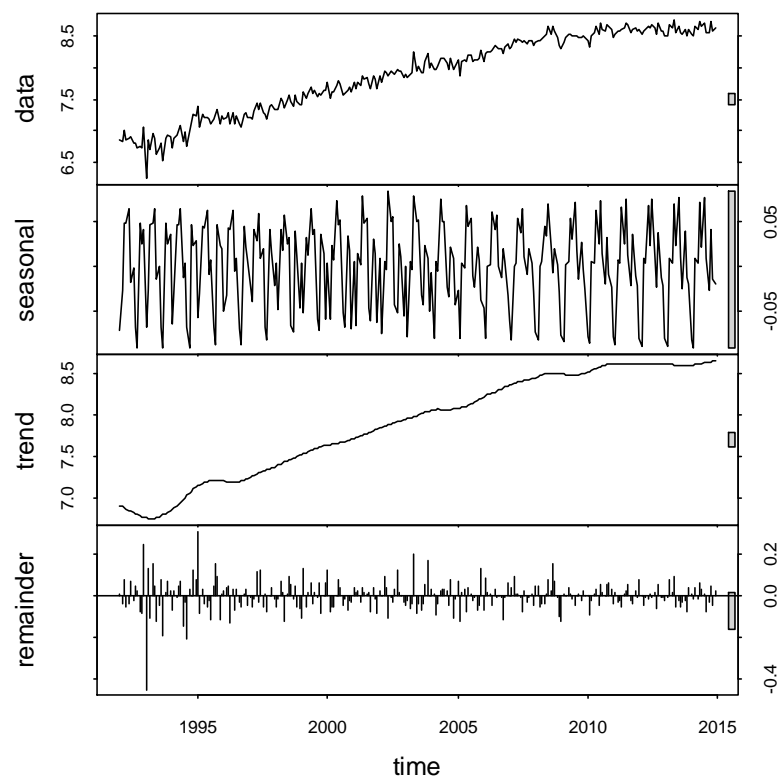
```
plot(decompose(lnapv))
```



```
monthplot(lnapv)
```




```
plot(stl(lnapv,s.window=12))
```

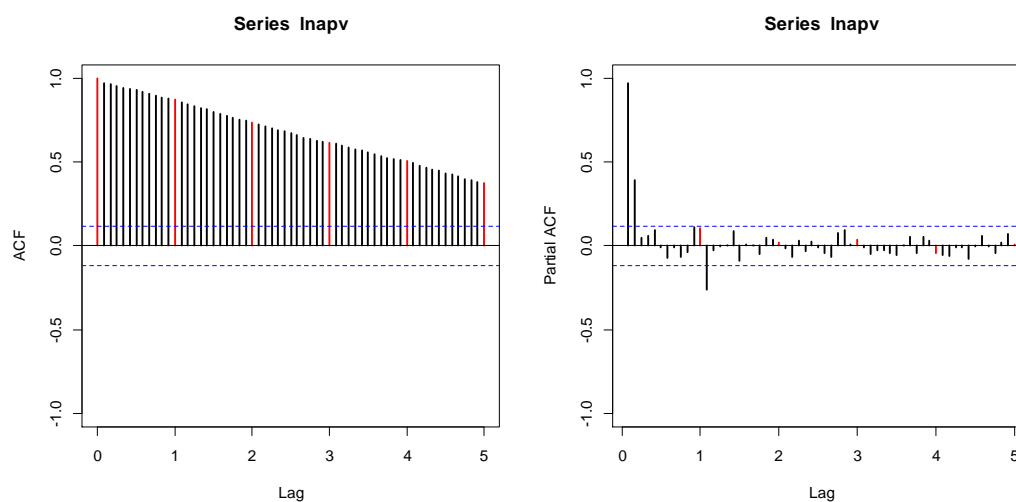


Del gràfic decompose es dedueix una component estacional negligible.

Es tractarà d'un model ARMA.

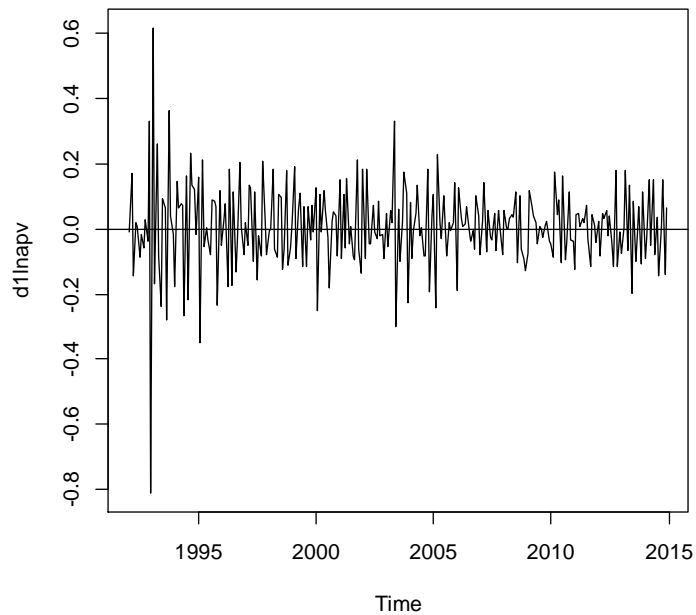
Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

```
acf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
win.graph()
pacf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
```



Diferenciació regular:

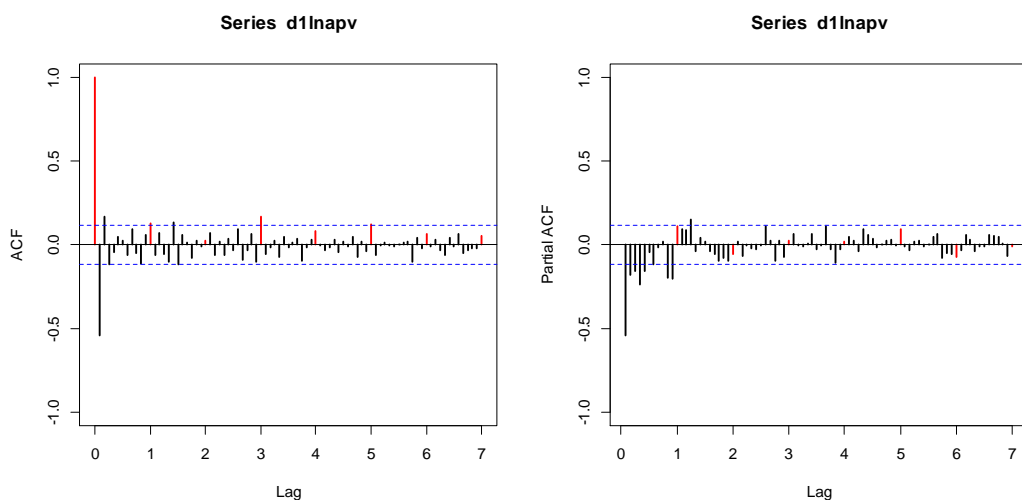
```
d1lnapv=diff(lnapv)
plot(d1lnapv)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapv),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapv),col=4,lty=3)
```



S'observen situacions relacionades amb atípics.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

```
acf(d1lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
win.graph()
pacf(d1lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
```



Càlcul de variàncies:

```
var(lnapv)
var(d1lnapv)
```

```
var(lnapv)
0.3815601
var(d1lnapv)
0.01641937
```

S'ha de treballar amb la diferenciació regular donada que la variància després de dita diferenciació és molt més petita que treballant només amb la transformació logarítme.

Possibles models amb constant: MA(3), AR(11), ARMA(4,5). S'adjunta els resultats dels models així com el corresponent diagnòstic dels residus amb el test de Ljung-Box per tenir una idea aproximada del millor model.

Model MA(3):

```
Call:
arima(x = d1lnapv, order = c(0, 0, 3))

Coefficients:
      ma1      ma2      ma3  intercept
-0.7507  0.1372 -0.1817    0.0067
s.e.    0.0592  0.0714  0.0648    0.0013

sigma^2 estimated as 0.009935:  log likelihood = 243.44,  aic = -476.88
```

Model AR(11)

```
Call:
arima(x = d1lnapv, order = c(11, 0, 0))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ar5      ar6      ar7      ar8
-0.7936 -0.4567 -0.4708 -0.4829 -0.3249 -0.2723 -0.3053 -0.1876
s.e.    0.0589  0.0728  0.0769  0.0816  0.0854  0.0864  0.0858  0.0827
      ar9      ar10     ar11  intercept
-0.2267 -0.3632 -0.2108    0.0066
s.e.    0.0779  0.0737  0.0601    0.0011

sigma^2 estimated as 0.008994:  log likelihood = 256.63,  aic = -487.26
```

Model ARMA(4,5)

Call:

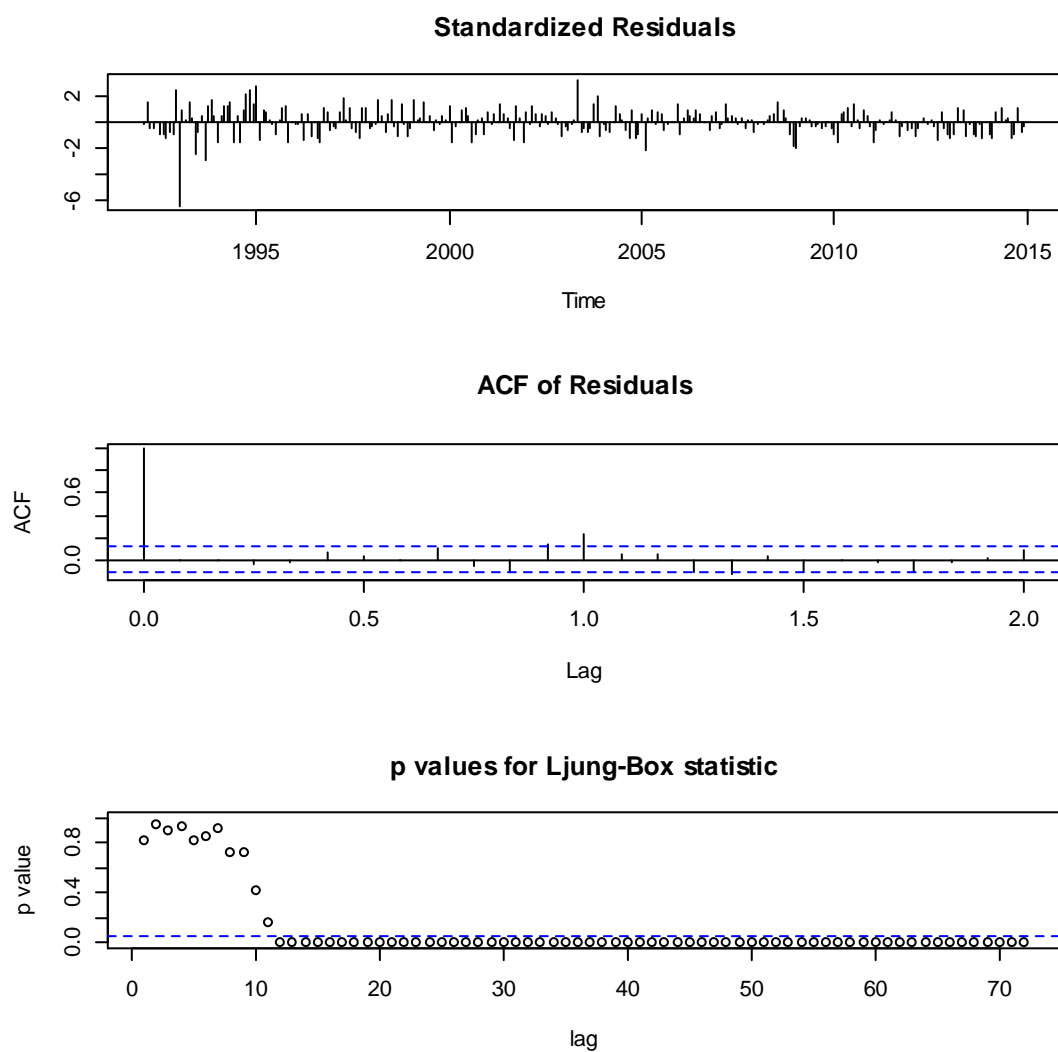
```
arima(x = dllnapv, order = c(4, 0, 5))
```

Coefficients:

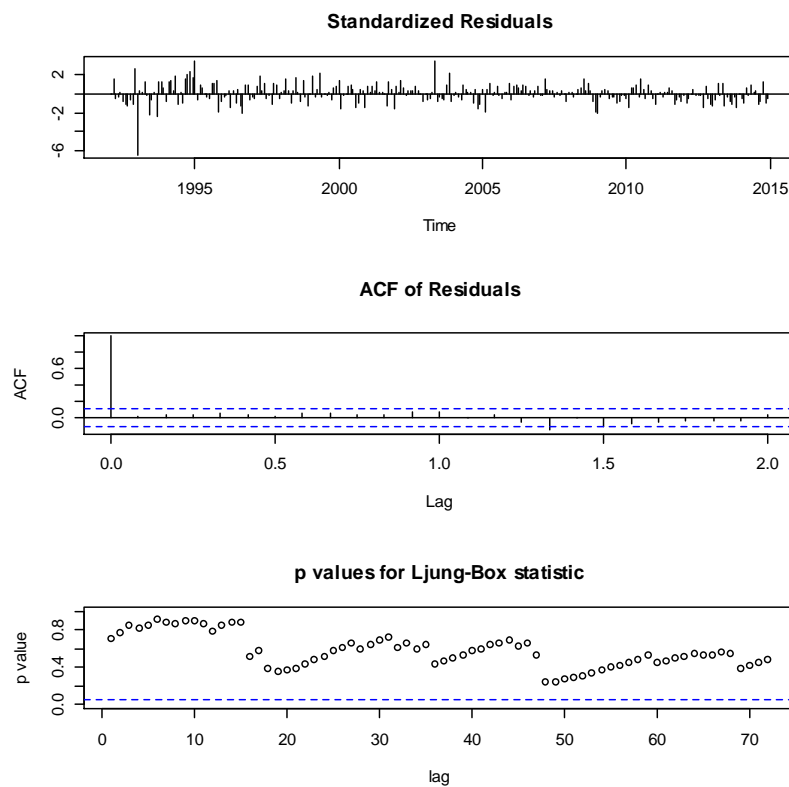
	ar1	ar2	ar3	ar4	ma1	ma2	ma3	ma4
	0.9546	-0.3465	0.6228	-0.6942	-1.7400	1.2412	-1.3161	1.5521
s.e.	0.1102	0.1423	0.1096	0.0622	0.1104	0.1766	0.1683	0.1436
	ma5	intercept						
	-0.6069	0.0065						
s.e.	0.0835	0.0016						

sigma^2 estimated as 0.008878: log likelihood = 257.58, aic = -493.16

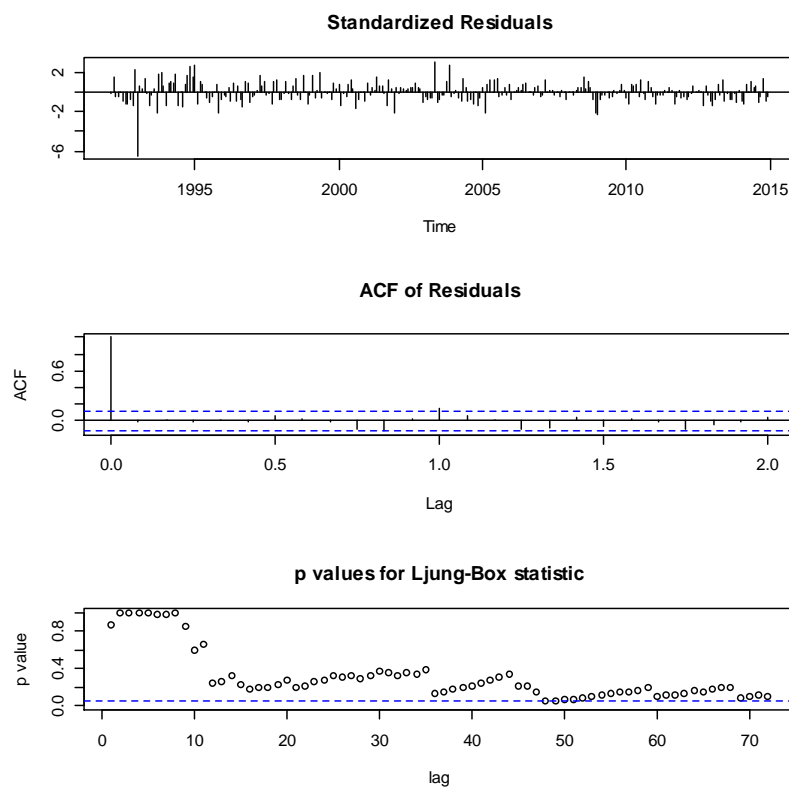
Test Ljung-Box pel model AR(3):



Test Ljung-Box pel model AR(11):



Test Ljung-Box pel model ARMA(4,5):

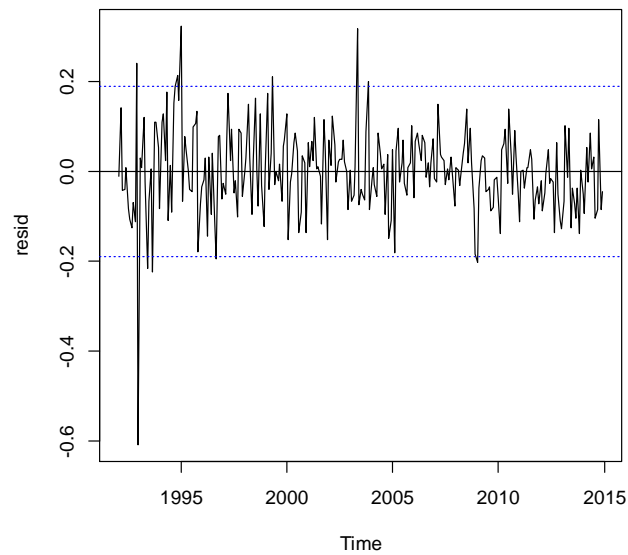


En base al test Ljung-Box el model escollit és AR(11).

Validació del model escollit:

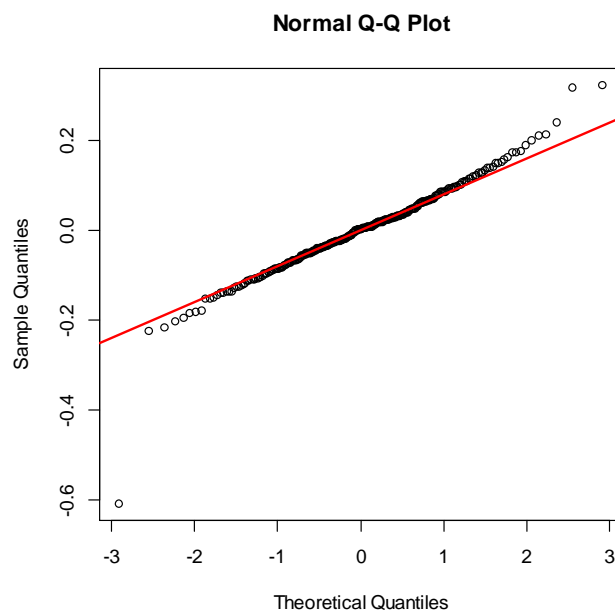
Gràfica dels residus:

```
plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



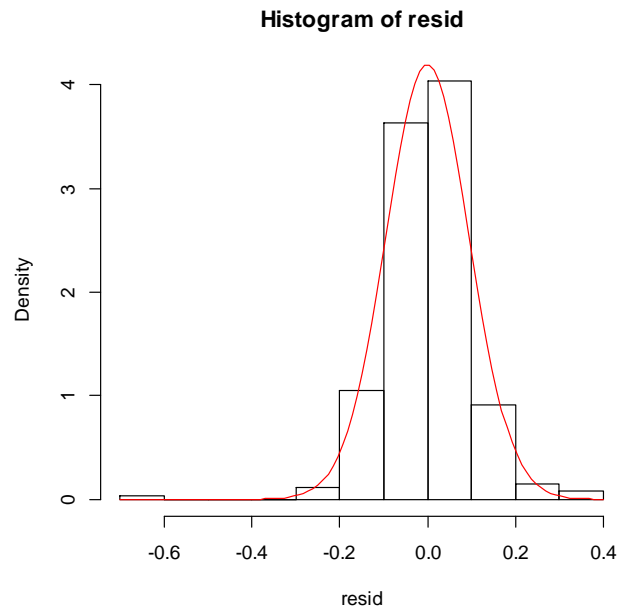
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



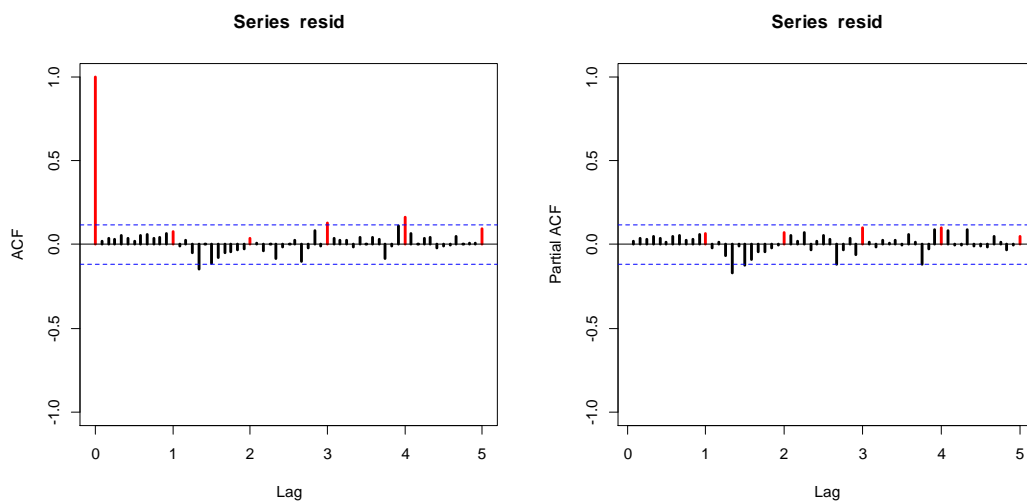
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



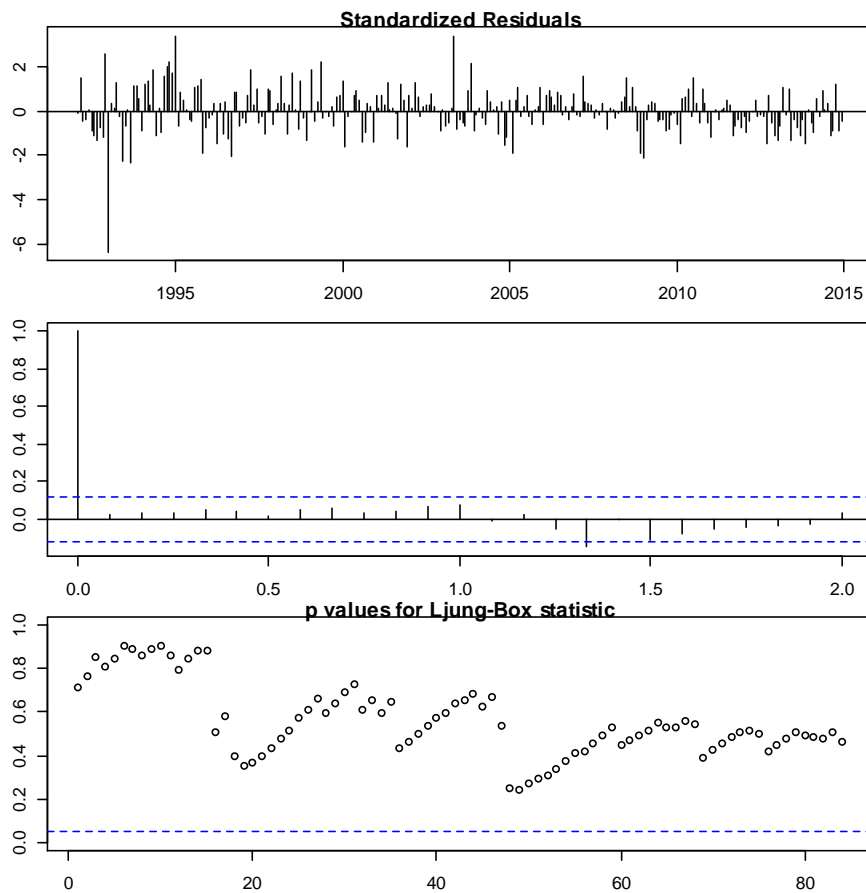
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)  
names(psis)=paste("psi",1:36)  
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5
-0.7935823331	0.1730250737	-0.2455998911	0.0065403087	0.0838303566
psi 6	psi 7	psi 8	psi 9	psi 10
-0.0518615090	-0.0270365777	0.0899227599	-0.1410137454	-0.0611553265
psi 11	psi 12	psi 13	psi 14	psi 15
0.1599713434	0.0801292475	-0.0102732841	-0.0045176128	-0.0908777954
psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20
0.0384705880	-0.0060450018	-0.0186470929	0.0392578164	-0.0038369097
psi 21	psi 22	psi 23	psi 24	psi 25
-0.0510119258	-0.0076495925	0.0130900912	0.0303315907	0.0208054964
psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.0171464036	-0.0079986171	0.0030053916	-0.0116815968	0.0070463838
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
0.0114523781	-0.0024695127	-0.0084312855	-0.0108310921	-0.0005098219
psi 36				
0.0115311172				

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5      pi 6      pi 7
-0.7935823 -0.4567478 -0.4707573 -0.4829192 -0.3249400 -0.2722754 -0.3052798
      pi 8      pi 9      pi 10     pi 11     pi 12     pi 13     pi 14
-0.1875578 -0.2266995 -0.3631705 -0.2107684  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 15     pi 16     pi 17     pi 18     pi 19     pi 20     pi 21
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 22     pi 23     pi 24     pi 25     pi 26     pi 27     pi 28
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 29     pi 30     pi 31     pi 32     pi 33     pi 34     pi 35
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 36
 0.0000000
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

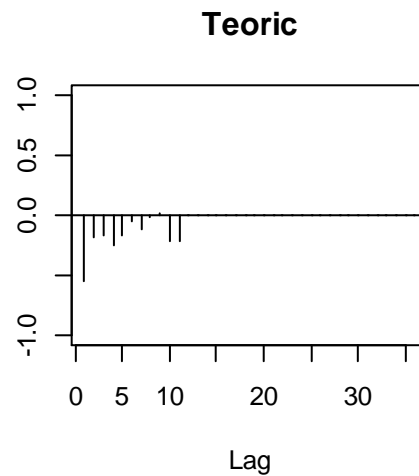
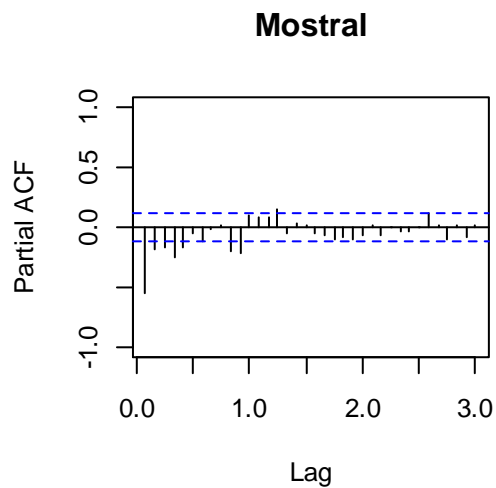
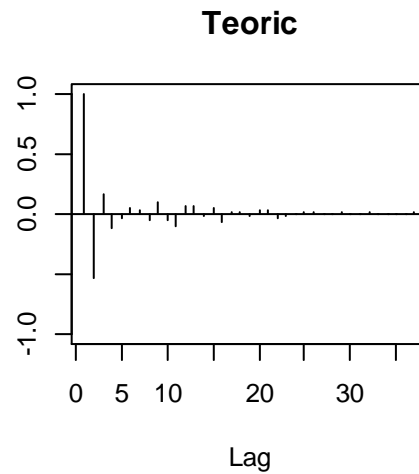
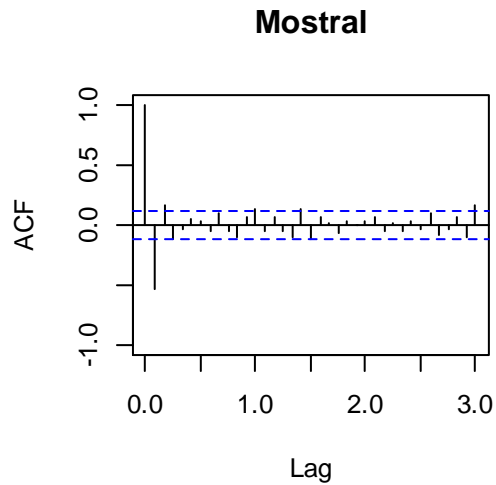
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.094699 1.139243 1.139243 1.126696 1.119889 1.234286 1.119889 1.126696
[9] 1.245937 1.245937 1.094699
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
numeric(0)
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-
1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapv2=window(lnapv,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(d1lnapv,order=c(11,0,0))
mod

mod2=arima(d1lnapv2,order=c(11,0,0))
mod2
```

Call:

```
arima(x = dllnapv, order = c(11, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7
	-0.7936	-0.4567	-0.4708	-0.4829	-0.3249	-0.2723	-0.3053
s.e.	0.0589	0.0728	0.0769	0.0816	0.0854	0.0864	0.0858
	ar8	ar9	ar10	ar11	intercept		
	-0.1876	-0.2267	-0.3632	-0.2108	0.0066		
s.e.	0.0827	0.0779	0.0737	0.0601	0.0011		

sigma^2 estimated as 0.008994: log likelihood = 256.63, **aic = -487.26**

Call:

```
arima(x = dllnapv2, order = c(11, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7
	-0.7865	-0.4507	-0.4721	-0.4762	-0.3235	-0.2652	-0.3046
s.e.	0.0605	0.0745	0.0788	0.0840	0.0879	0.0891	0.0887
	ar8	ar9	ar10	ar11	intercept		
	-0.1773	-0.2101	-0.3551	-0.1908	0.0068		
s.e.	0.0855	0.0803	0.0757	0.0619	0.0012		

sigma^2 estimated as 0.009156: log likelihood = 243.08, **aic = -460.15**

Capacitat de previsió:

```
pred=predict(mod2,n.ahead=12)

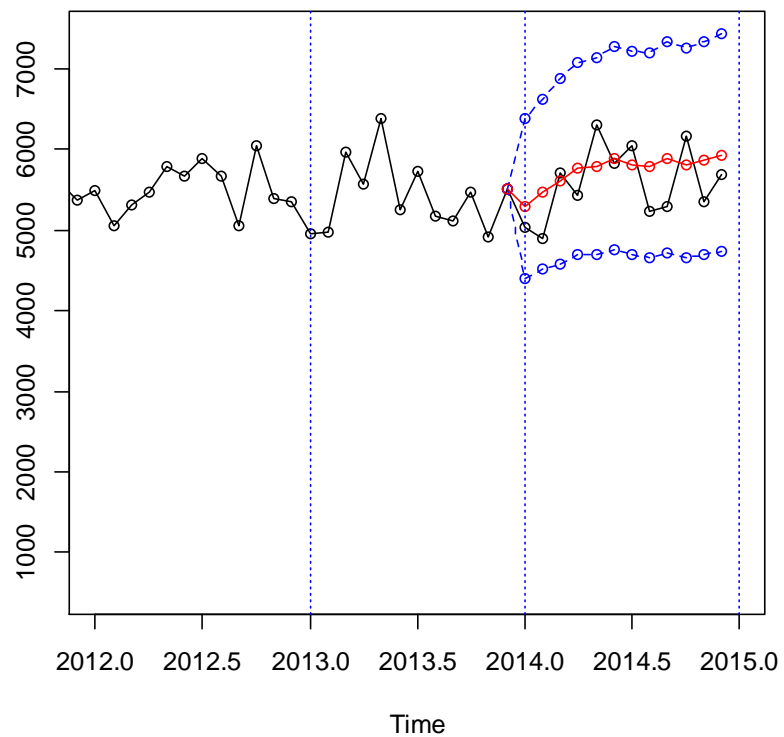
pr<-c(lnapt2[length(lnapv2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apv,error=apv-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```



		tl	pr	tu	apv	error
Jan	2014	4394.673	5301.215	6394.760	5027.535	-273.67983
Feb	2014	4514.283	5468.568	6624.581	4901.805	-566.76275
Mar	2014	4574.299	5613.235	6888.137	5709.702	96.46746
Apr	2014	4691.627	5765.768	7085.832	5435.116	-330.65192
May	2014	4707.568	5796.065	7136.249	6312.459	516.39351
Jun	2014	4758.844	5882.863	7272.371	5835.074	-47.78936
Jul	2014	4692.587	5816.974	7210.775	6053.433	236.45867
Aug	2014	4668.565	5796.492	7196.928	5242.365	-554.12747
Sep	2014	4714.545	5882.421	7339.600	5288.415	-594.00597
Oct	2014	4653.589	5811.412	7257.304	6162.452	351.03992
Nov	2014	4701.867	5872.272	7334.020	5350.709	-521.56349
Dec	2014	4733.190	5931.751	7433.817	5700.704	-231.04661

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.06678177
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.7898417

```

Previsió a llarg termini:

```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv,pred$pred)),start=c(1992,1),freq=12),start=c(2014,12))

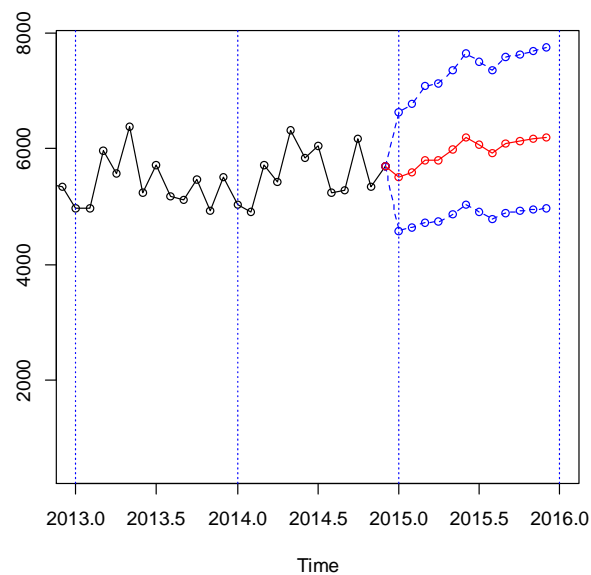
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:12,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
resul
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	4572.756	5506.894	6631.862
Feb	2015	4630.364	5598.166	6768.251
Mar	2015	4728.103	5789.287	7088.646
Apr	2015	4732.303	5803.260	7116.583
May	2015	4871.832	5984.305	7350.808
Jun	2015	5026.014	6199.557	7647.113
Jul	2015	4904.198	6064.023	7498.143
Aug	2015	4786.013	5928.026	7342.541
Sep	2015	4892.797	6087.148	7573.044
Oct	2015	4923.388	6129.502	7631.086
Nov	2015	4952.471	6166.242	7677.488
Dec	2015	4965.965	6201.108	7743.459

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el primer model:

$$X_t \sim \text{AR}(11) \text{ amb constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t - 0.0066$$

$$(1 + 0.7936B + 0.4567B^2 + 0.4708B^3 + 0.4829B^4 + 0.3249B^5 + 0.2723B^6 + 0.3053B^7 + 0.1876B^8 + 0.2267B^9 + 0.3632B^{10} + 0.2108B^{11})W_t = Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.008994)$$

Estudi del model considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(1,0),crit=2.8,LS=T)
mod.atip$atip

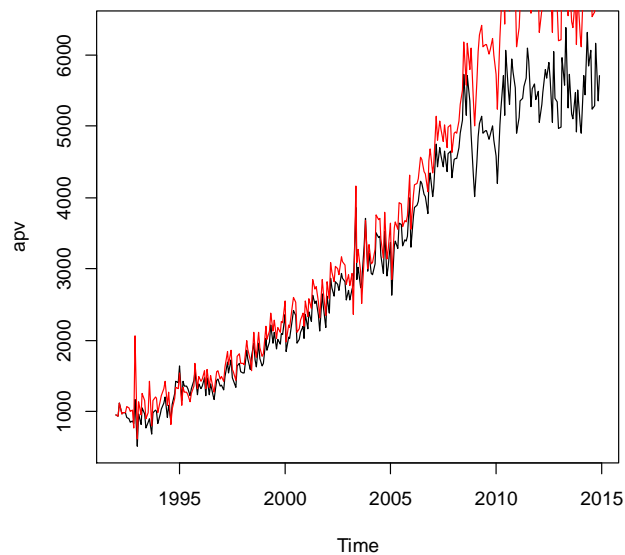
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],1992+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
5	7	LS	-0.1639897	3.353943	Jul 1992	84.87508
4	11	AO	0.2435841	3.293337	Nov 1992	127.58136
1	12	AO	-0.4046944	5.061163	Dic 1992	66.71807
3	20	AO	-0.2891875	3.835015	Ago 1993	74.88718
2	32	LS	0.2246352	4.303267	Ago 1994	125.18660
8	46	LS	-0.1376899	2.968048	Oct 1995	87.13689
9	78	AO	0.1969288	2.906719	Jun 1998	121.76574
6	136	AO	0.2385991	3.358059	Abr 2003	126.94696
10	141	TC	0.1819174	2.937656	Sep 2003	119.95151
7	203	LS	-0.1440656	3.056907	Nov 2008	86.58310

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.00572712
```

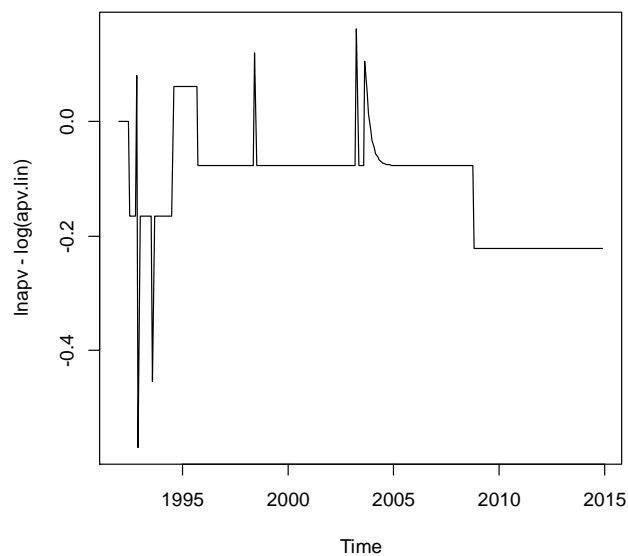
Linealització de la sèrie:

```
lnapv.lin=lineal(lnapv,mod.atip$atip)
apv.lin=ts(exp(lnapv.lin),start=1992,freq=12)
plot(apv,col=1)
lines(apv.lin,col=2)
```



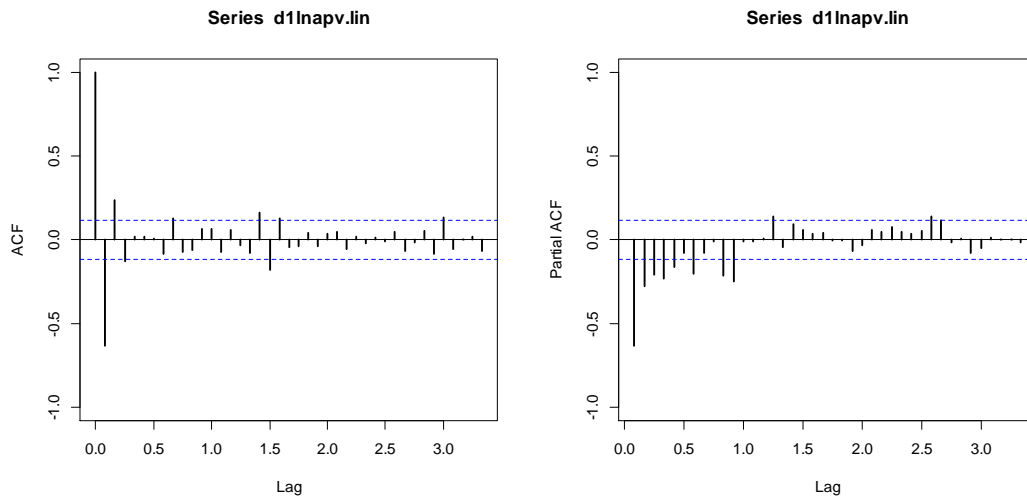
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapv-log(apv.lin))
```



Gràfica ACF i PACF de la sèrie linealitzada.

```
acf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Model a considerar: AR(11).

```
apvlin.mod=arima(lnapv.lin,order=c(11,0,0))
apvlin.mod
```

Call:

```
arima(x = d1lnapv.lin, order = c(11, 0, 0))
```

Coefficients:

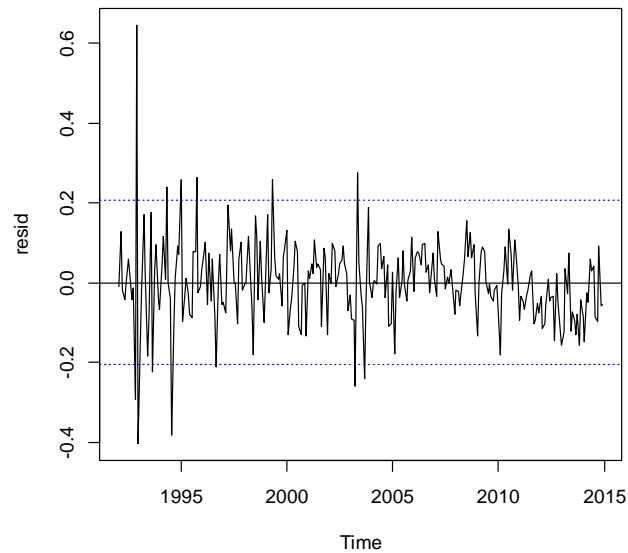
	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-1.0725	-0.8164	-0.7946	-0.7880	-0.6554	-0.6147	-0.6180	-0.4467
s.e.	0.0585	0.0820	0.0917	0.1006	0.1052	0.1058	0.1046	0.1005
	ar9	ar10	ar11	intercept				
	-0.4289	-0.4899	-0.2857	0.0073				
s.e.	0.0921	0.0832	0.0637	0.0008				

sigma^2 estimated as 0.0105: log likelihood = 234.79, aic = -443.57

Validació del model:

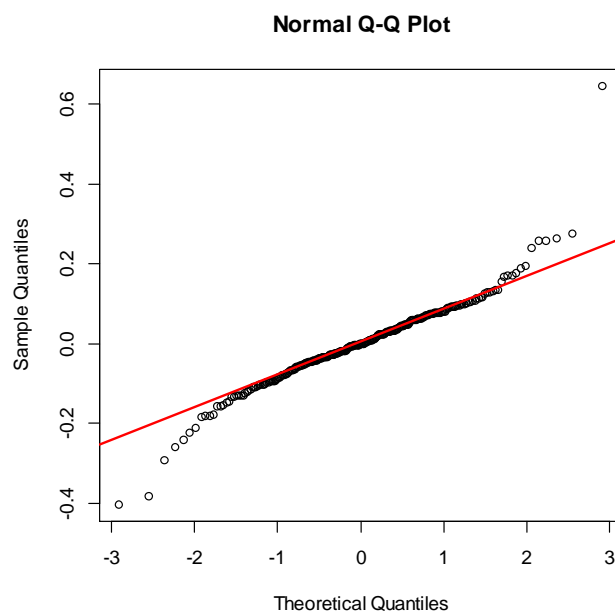
Gràfica dels residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



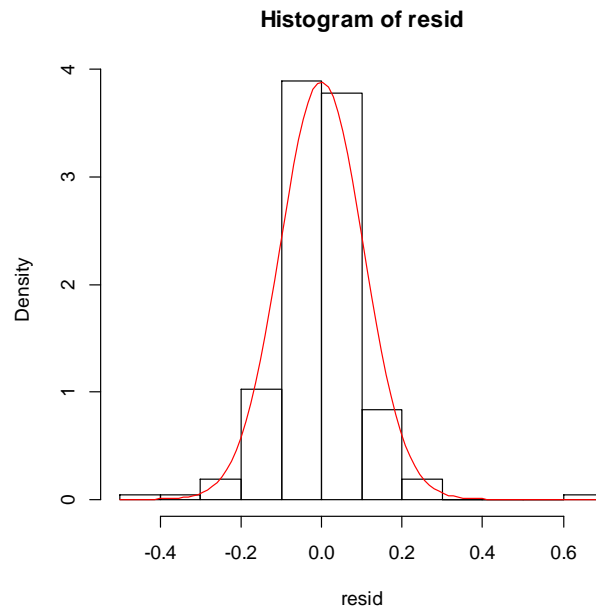
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



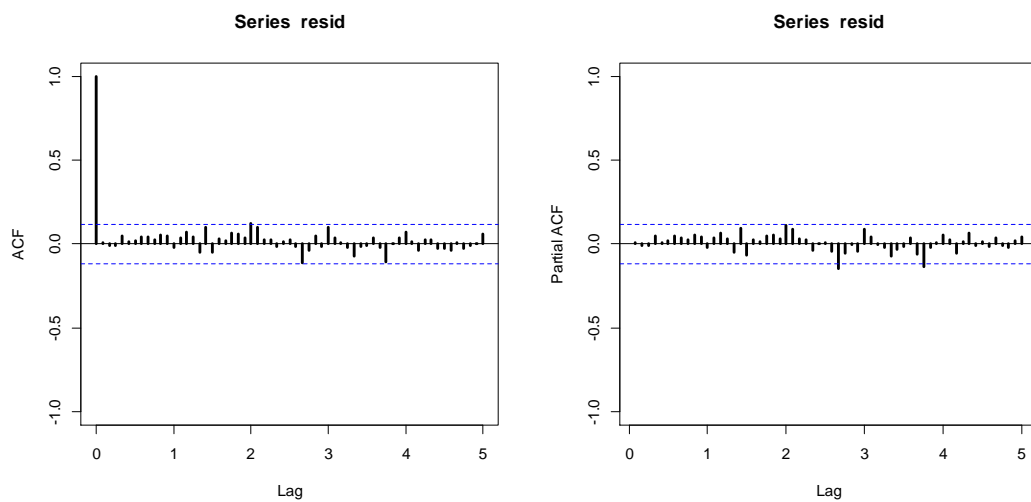
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,4),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



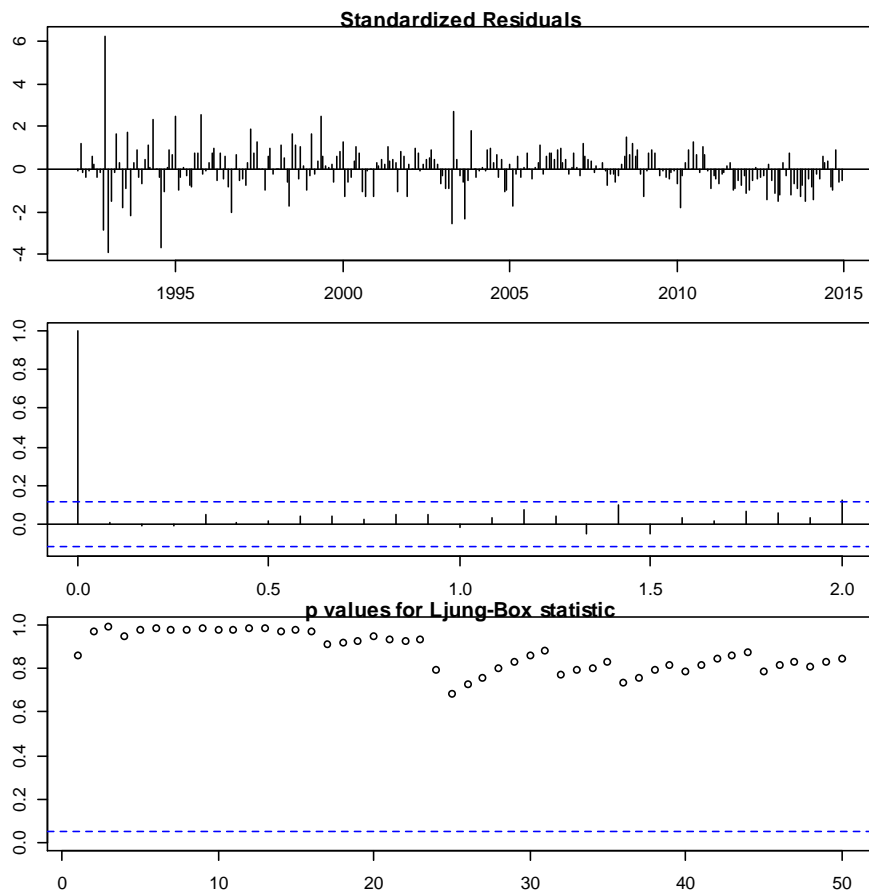
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's):

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)  
names(psis)=paste("psi",1:36)  
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
-1.072489329	0.333878433	-0.277180753	0.088991784	0.055169407	-0.086446765
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.017789209	0.130130781	-0.173031242	0.034772081	0.174573261	0.048725243
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
-0.151278058	0.029309774	-0.104377871	0.101810711	-0.051361915	-0.017022486
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
0.059895488	-0.010101214	-0.053527574	0.045109282	0.030196554	0.012392349
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.029257581	-0.024422603	0.002641232	0.017983800	-0.029784656	0.017949470
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
0.011298090	-0.011200708	-0.006249060	0.008318831	0.011696444	0.005582417

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's):

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5      pi 6      pi 7
-1.0724893 -0.8163549 -0.7946316 -0.7879523 -0.6554258 -0.6147427 -0.6180482
      pi 8      pi 9      pi 10     pi 11     pi 12     pi 13     pi 14
-0.4466733 -0.4289342 -0.4898866 -0.2857046  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 15     pi 16     pi 17     pi 18     pi 19     pi 20     pi 21
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 22     pi 23     pi 24     pi 25     pi 26     pi 27     pi 28
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 29     pi 30     pi 31     pi 32     pi 33     pi 34     pi 35
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 36
 0.0000000
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.100383 1.121380 1.121380 1.100267 1.090498 1.145993 1.090498 1.100267
[9] 1.180405 1.180405 1.100383
```

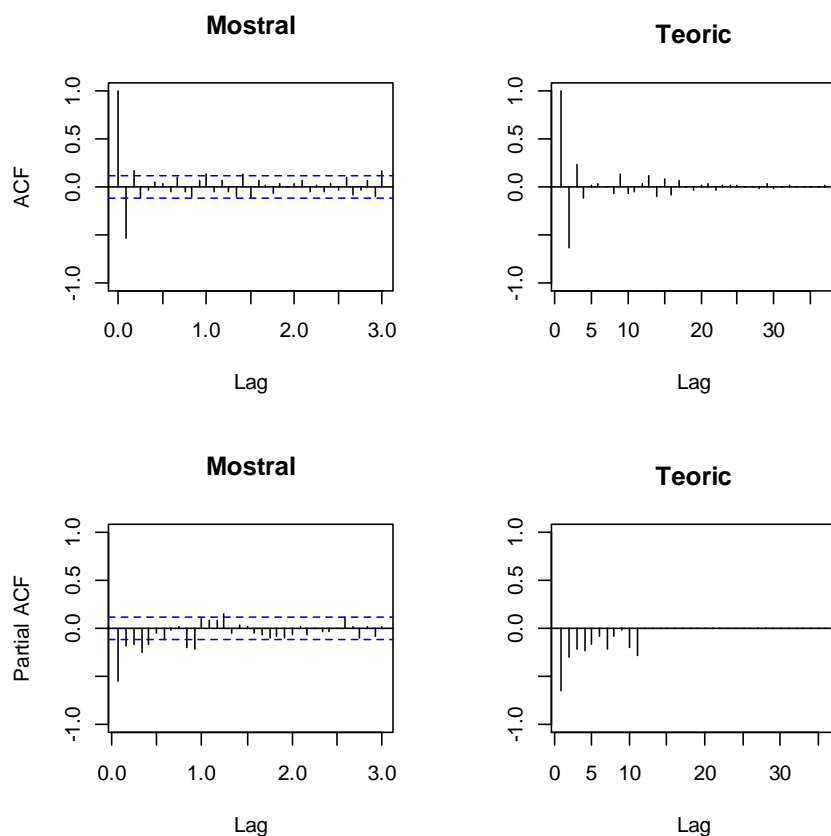
```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
numeric(0)
```

Comparació d'ACF i PACF mostrat i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-
1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapv2.lin=window(lnapv.lin,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapv.lin,order=c(11,0,0))
mod

mod2=arima(lnapv2.lin,order=c(11,0,0))
mod2
```

```
Call:
arima(x = dllnapv.lin, order = c(11, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-1.0725	-0.8164	-0.7946	-0.7880	-0.6554	-0.6147	-0.6180	-0.4467
s.e.	0.0585	0.0820	0.0917	0.1006	0.1052	0.1058	0.1046	0.1005
	ar9	ar10	ar11	intercept				
	-0.4289	-0.4899	-0.2857	0.0073				
s.e.	0.0921	0.0832	0.0637	0.0008				

```
sigma^2 estimated as 0.0105: log likelihood = 234.79, aic = -443.57
```

```

Call:
arima(x = d1lnapv2.lin, order = c(11, 0, 0))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ar5      ar6      ar7      ar8
-1.0772 -0.8270 -0.8126 -0.8047 -0.6765 -0.6345 -0.6403 -0.4604
s.e.    0.0600  0.0844  0.0950  0.1049  0.1099  0.1110  0.1099  0.1054
      ar9      ar10     ar11  intercept
-0.4307 -0.4869 -0.2739      0.0075
s.e.    0.0961  0.0861  0.0656      0.0008

sigma^2 estimated as 0.01071:  log likelihood = 221.9,  aic = -417.79

```

Capacitat de previsió:

```

pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv2,pred$pred)),start=c(1992,1),freq=12),start=c(2013,12)
)

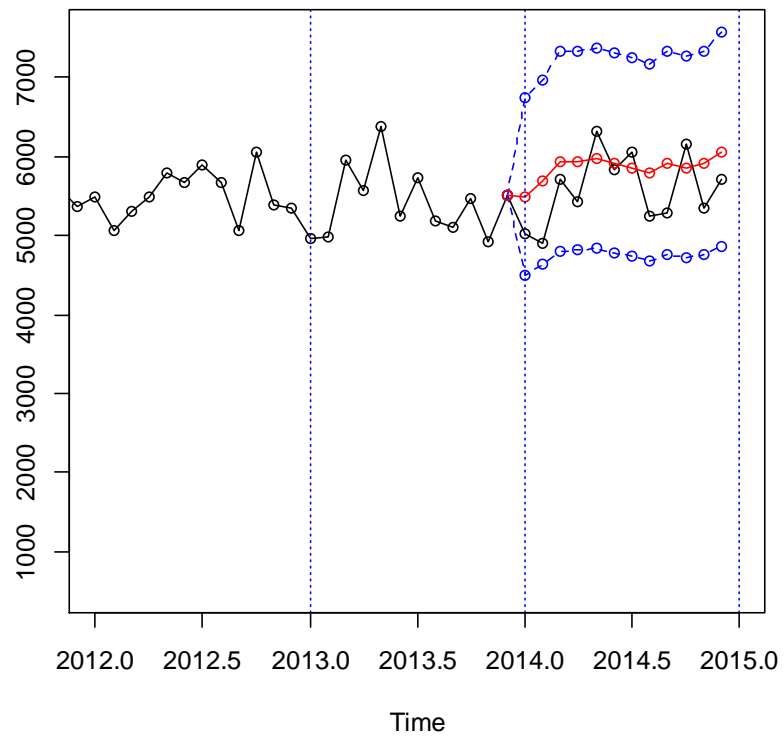
#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apv,error=apv-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apv	error
Jan	2014	4487.239	5496.409	6732.540	5027.535	-468.87439
Feb	2014	4634.911	5680.723	6962.510	4901.805	-778.91805
Mar	2014	4808.675	5932.317	7318.519	5709.702	-222.61461
Apr	2014	4813.307	5938.387	7326.446	5435.116	-503.27056
May	2014	4840.900	5975.529	7376.096	6312.459	336.93024
Jun	2014	4777.049	5904.914	7299.069	5835.074	-69.84005
Jul	2014	4741.169	5861.603	7246.818	6053.433	191.83023
Aug	2014	4682.592	5790.659	7160.935	5242.365	-548.29445
Sep	2014	4760.922	5909.486	7335.138	5288.415	-621.07062
Oct	2014	4719.607	5858.470	7272.145	6162.452	303.98237
Nov	2014	4758.226	5908.090	7335.828	5350.709	-557.38122
Dec	2014	4858.183	6063.594	7568.092	5700.704	-362.89010

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.09010664
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.9199683

```

Previsió a llarg termini:

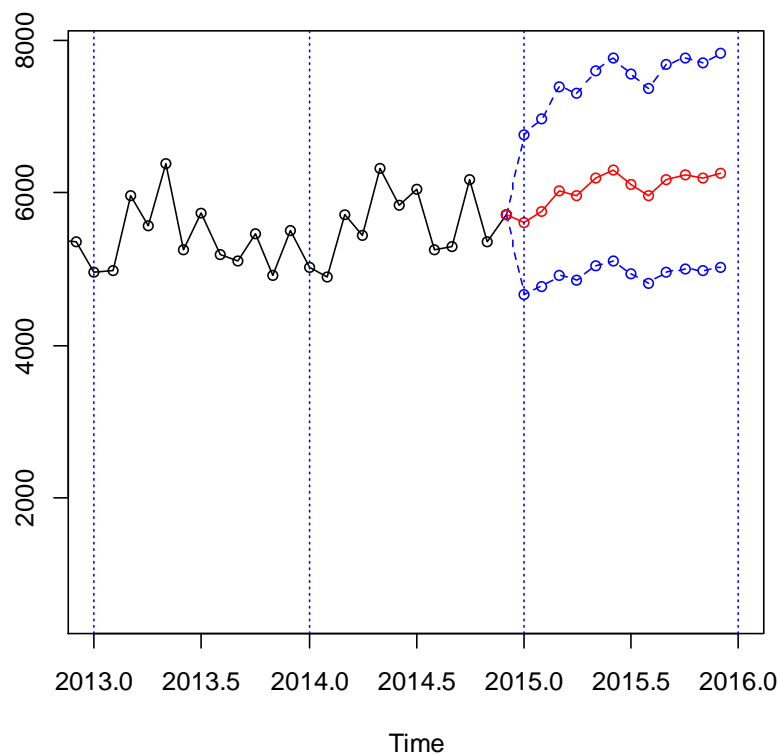
```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv,pred$pred)),start=c(1992,1),freq=12),start=c(2014,12))

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	4659.431	5611.276	6757.567
Feb	2015	4766.370	5762.599	6967.052
Mar	2015	4922.243	6027.000	7379.712
Apr	2015	4857.995	5957.397	7305.603
May	2015	5039.560	6190.333	7603.882
Jun	2015	5102.112	6293.422	7762.896
Jul	2015	4941.503	6110.151	7555.180
Aug	2015	4806.083	5952.885	7373.331
Sep	2015	4959.708	6170.392	7676.609
Oct	2015	5005.686	6231.961	7758.645
Nov	2015	4971.345	6189.741	7706.746
Dec	2015	5018.342	6266.514	7825.132

Model amb atípics:

$X_t \sim \text{AR}(11)$ amb constant

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^{10} \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)\log X_{lin_t} - 0.0073$$

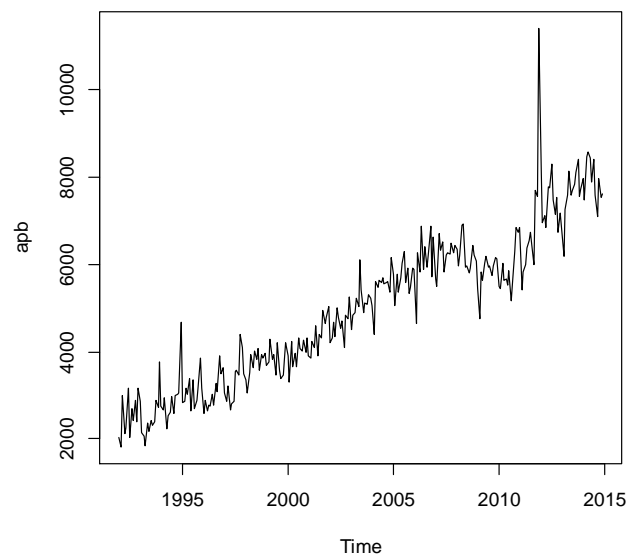
$$\begin{aligned} & (1 + 1.0725B + 0.8164B^2 + 0.7946B^3 + 0.7880B^4 + 0.6554B^5 + 0.6147B^6 + 0.6180B^7 \\ & + 0.4467B^8 + 0.4289B^9 + 0.4899B^{10} + 0.2857B^{11})W_{lin_t} \\ & = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.01050) \end{aligned}$$

Es poden considerar tots els paràmetres significatius.

3.4. Port d'Algesires: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.

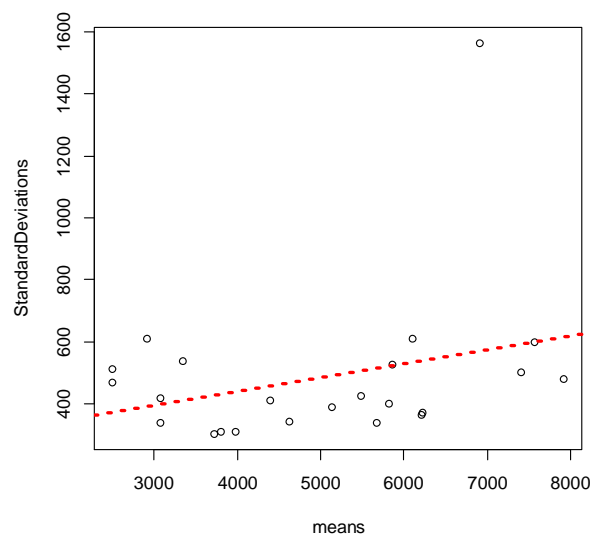
Lectura i gràfica de les dades:

```
apb=ts(read.table("APA2015.txt")[,1]/1000,start=1992,freq=12)  
plot(apb)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard.

```
ng=length(apb)/% 12*12  
m=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,mean)  
s=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,sd)  
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")  
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)  
summary(lm(s~m))
```



```
Call:
lm(formula = s ~ m)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-176.59	-126.03	-81.25	47.37	993.94

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	259.86948	164.98680	1.575	0.130
m	0.04490	0.03153	1.424	0.169

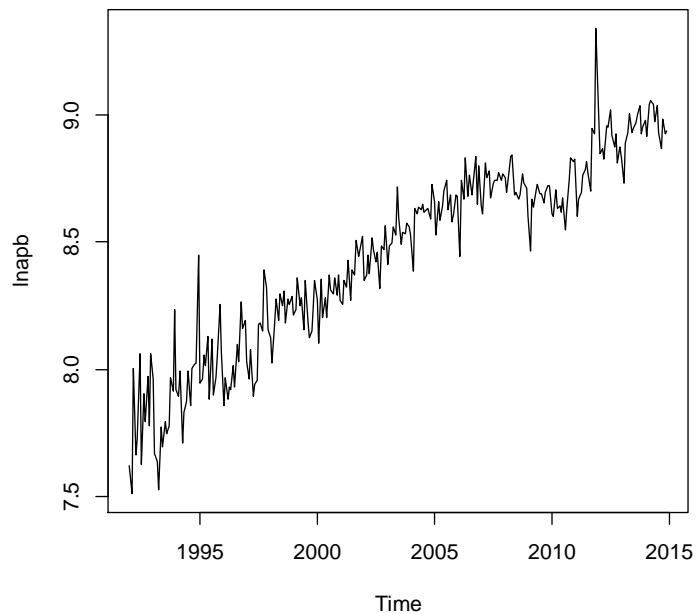
Residual standard error: 249.1 on 21 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.08806, Adjusted R-squared: 0.04463

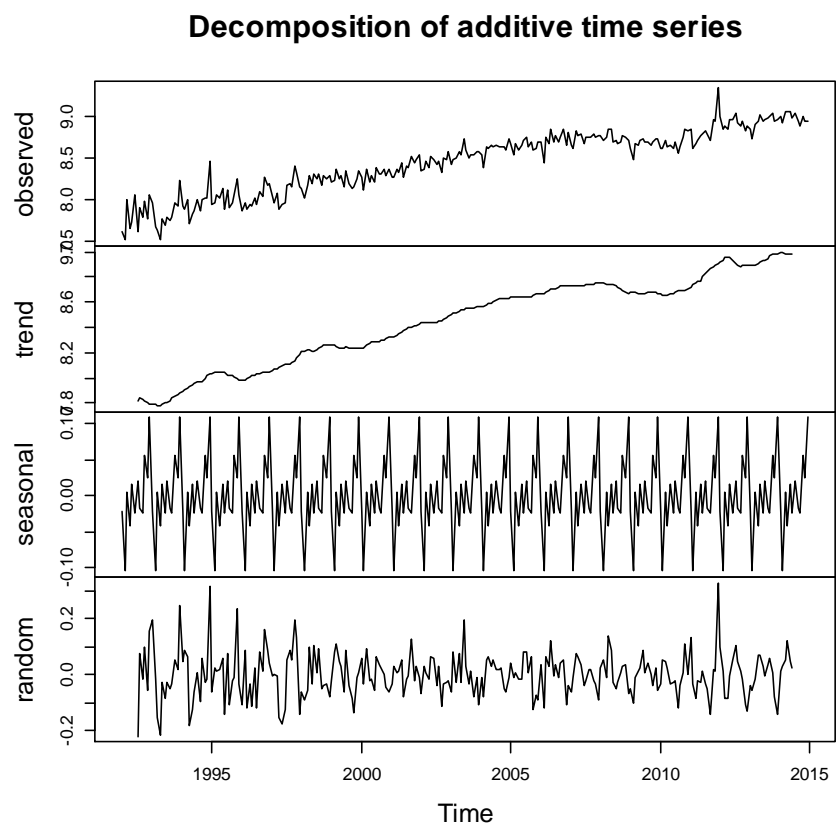
F-statistic: 2.028 on 1 and 21 DF, p-value: 0.1691

Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

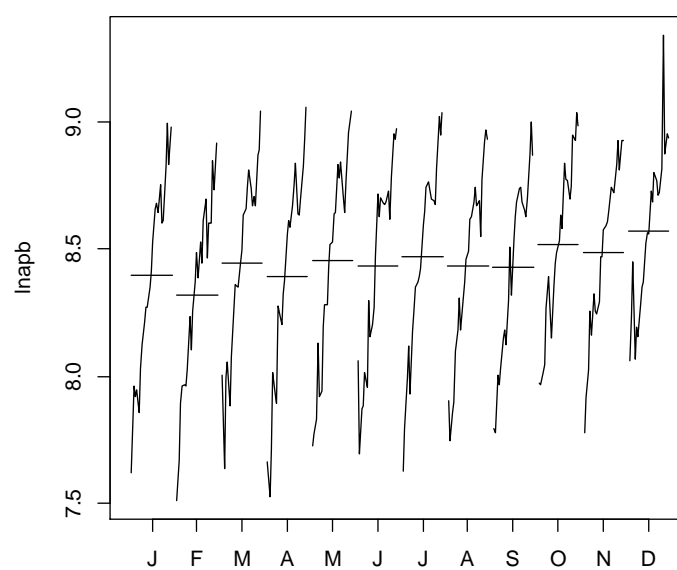
```
lnapb=log(apb)
plot(lnapb)
```



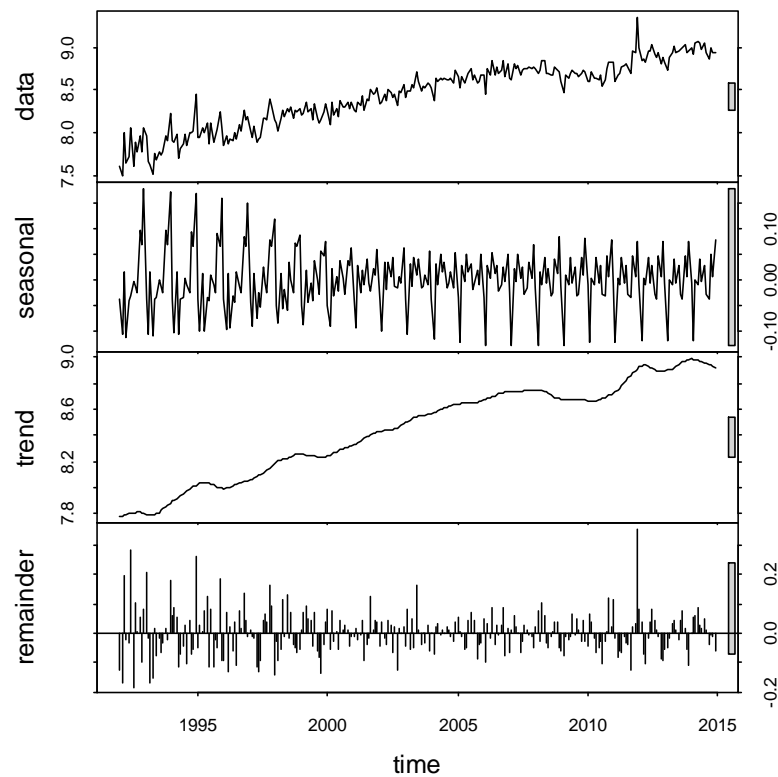
```
plot(decompose(lnapb))
```



```
monthplot(lnapb)
```

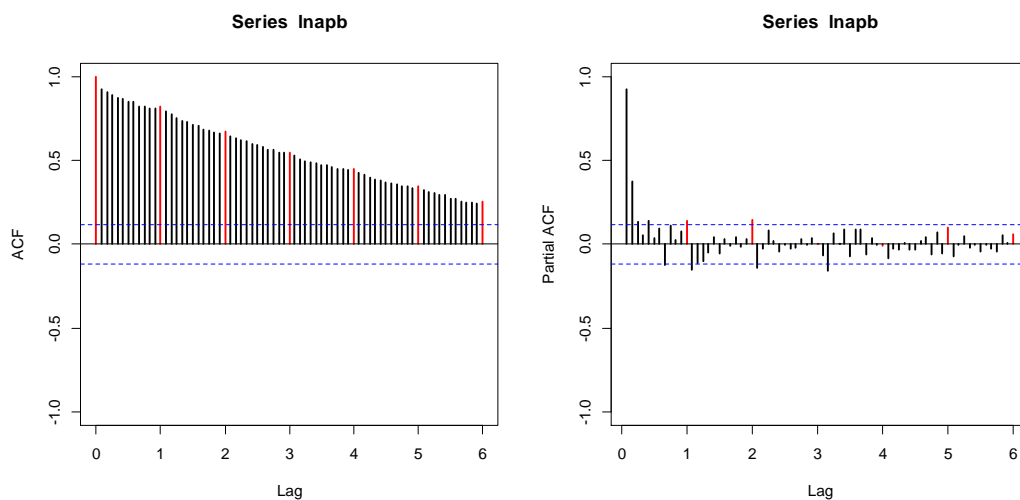


```
plot(stl(lnapb,s.window=12))
```



Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

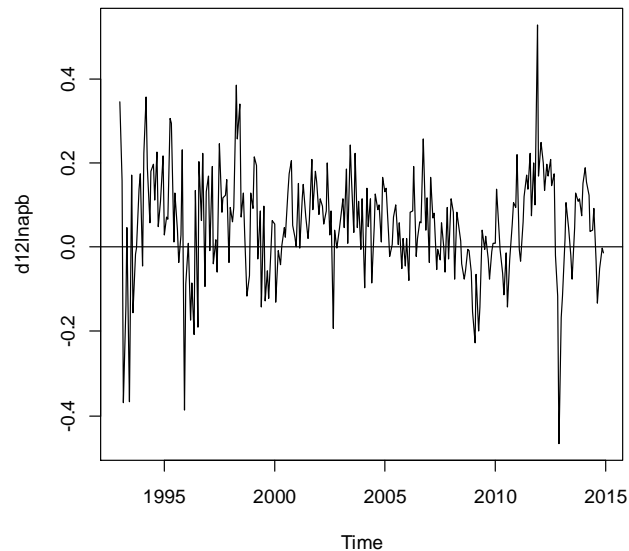
```
acf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



La forma d'aquesta gràfica demostra l'existència d'estacionalitat.

Diferenciació d'ordre 12 per eliminar l'estacionalitat:

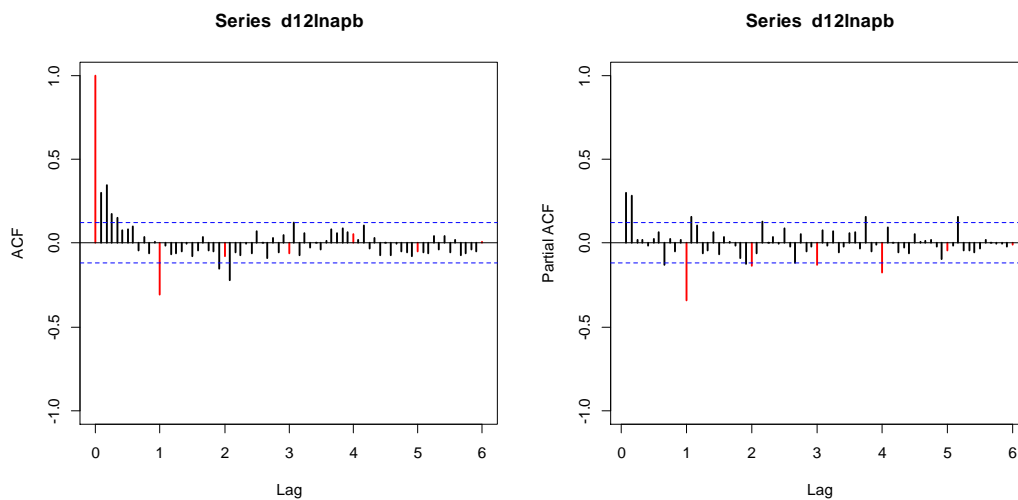
```
d12lnapb=diff(lnapb,12)
plot(d12lnapb)
abline(h=0)
```



De la gràfica es dedueix que una vegada feta la transformació d'ordre 12, la mitjana no es pot considerar nul·la. Concretament, la mitjana que dona R és de 0.05303778. S'elimina l'estacionalitat, però també la tendència lineal.

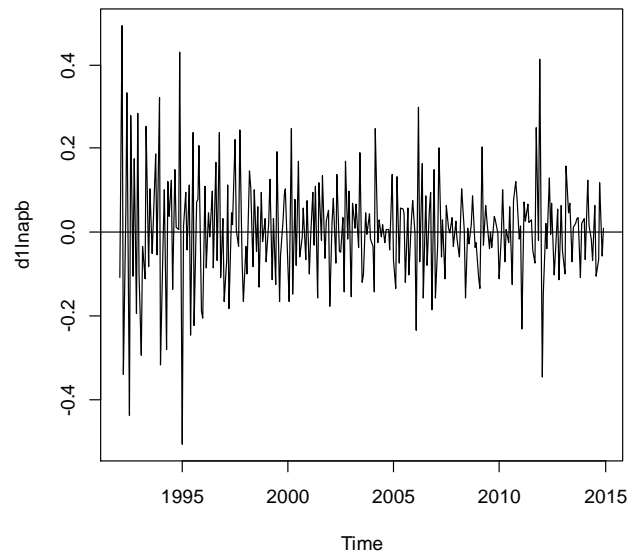
Gràfiques ACF i PACF després de la diferenciació d'ordre 12:

```
acf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diferenciació regular:

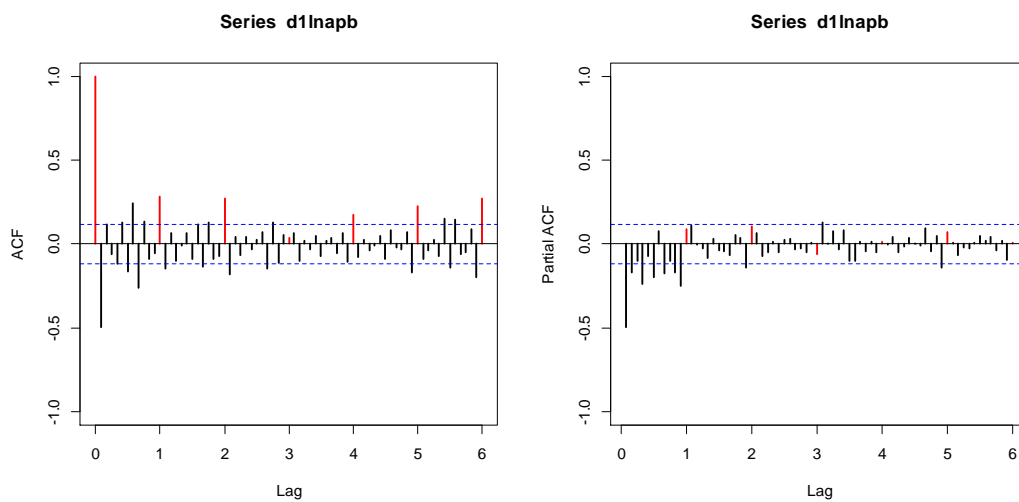
```
d1lnapb=diff(lnapb)
plot(d1lnapb)
abline(h=0)
```



La mitjana que dona R per la diferenciació regular és de 0.004795158.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

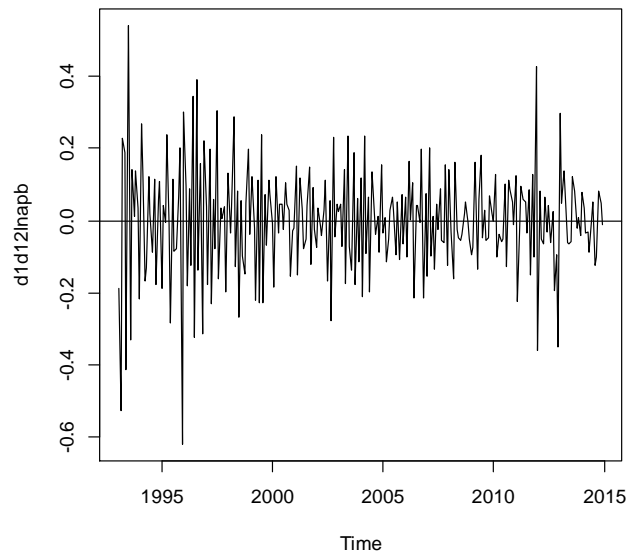
```
acf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Veient aquesta gràfica, es confirma l'estacionalitat i la necessitat d'una diferenciació d'ordre 12.

Diferenciació regular després de la diferenciació d'ordre 12:

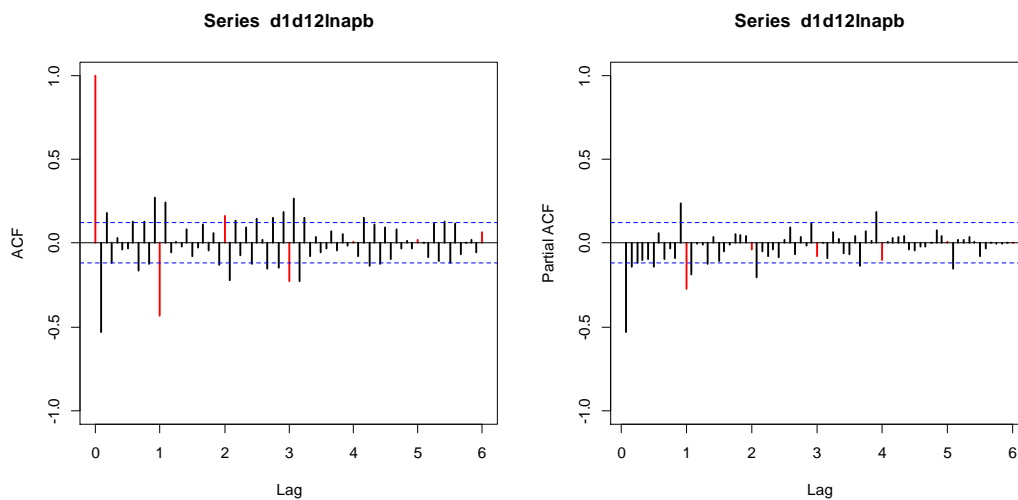
```
d1d12lnapb=diff(d12lnapb)
plot(d1d12lnapb)
abline(h=0)
```



En aquesta gràfica es podria considerar que la mitjana queda situada al voltant de 0. Concretament, la mitjana que dona R és de -0.001361431 . S'ha de comprovar quina ha estat l'evolució de les variàncies per veure si s'ha produït una sobrediferenciació.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació estacional i regular:

```
acf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Càlcul de variàncies:

```
var(lnapb)
var(d12lnapb)
var(d1lnapb)
var(d1d12lnapb)
var(diff(d1d12lnapb))
```

```
var(lnapb)
[1] 0.1390976
var(d12lnapb)
[1] 0.01609339
var(d1lnapb)
[1] 0.01738665
var(d1d12lnapb)
[1] 0.0222432
var(diff(d1d12lnapb))
[1] 0.06823601
```

En la darrera diferenciació, la variància ha augmentat, per tant, es podria considerar que s'ha produït una sobrediferenciació. Es treballarà només amb la diferenciació estacional d'ordre 12 i és evident que es treballaran models amb constant.

Possibles models:

Part estacional: MA(1).

Part regular: AR(2), ARMA(1,1), ARMA(3,1).

Model ARIMA(1,0,1)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = d12lnapb, order = c(1, 0, 1), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ma1          sma1  intercept
      0.8962   -0.5885   -0.8413         0.0527
s.e.   0.0499    0.0938    0.0591         0.0049

sigma^2 estimated as 0.009223:  log likelihood = 236.56, aic = -463.12
```

Model ARIMA(3,0,1)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = dl2lnapb, order = c(3, 0, 1), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ma1      sma1  intercept
    1.1921  0.0295 -0.2339 -0.9085 -0.8721     0.0532
s.e.    0.0871  0.0959  0.0715  0.0556  0.0569     0.0068

sigma^2 estimated as 0.008868:  log likelihood = 240.92, aic = -467.84
```

Model ARIMA(2,0,0)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = dl2lnapb, order = c(2, 0, 0), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))

Coefficients:
      ar1      ar2      sma1  intercept
    0.3206  0.3400 -0.8404     0.0529
s.e.    0.0597  0.0589  0.0657     0.0037

sigma^2 estimated as 0.009144:  log likelihood = 237.52, aic = -465.05
```

S'han d'escollir dos models d'acord amb la metodologia que es segueix, per tant, s'agafen aquests dos models en funció dels valors d'aic, essent els models de valor més petit els següents:

Primer aic més petit: -467,84 – Model ARIMA(3,0,1)(0,1,1)₁₂

Segon aic més petit: -465,05 – Model ARIMA(2,0,0)(0,1,1)₁₂

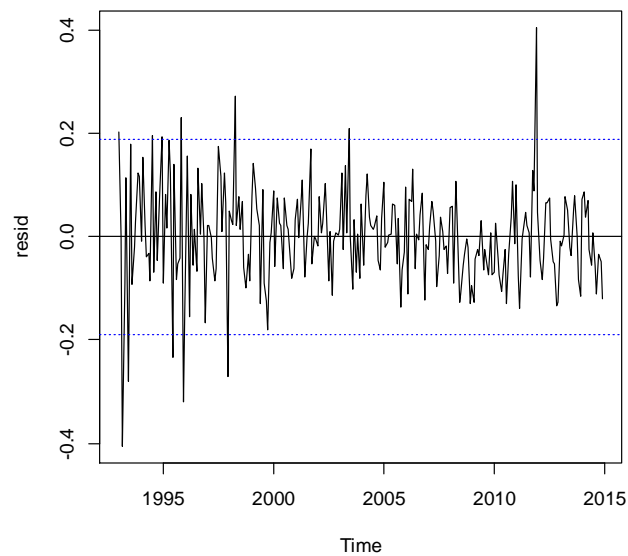
De l'observació dels models presentats, queda clar que la part estacional es defineix mitjançant un MA(1), mentre que per la part regular es tenen dues opcions un ARMA(3,1) i un AR(2). Mitjançant la fase de validació cal veure quin explica millor el comportament de la sèrie de dades. En el primer model una de les dades no és significativa, però aquest fet es tractarà més endavant.

Es passa a la fase de validació dels dos models.

Validació del primer model:

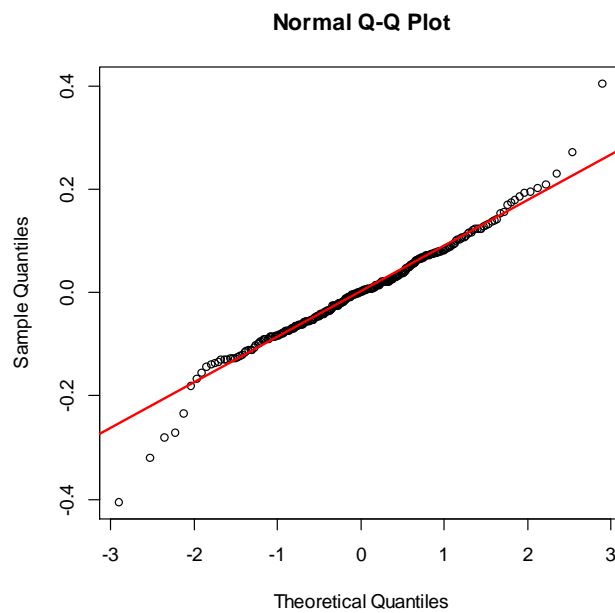
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



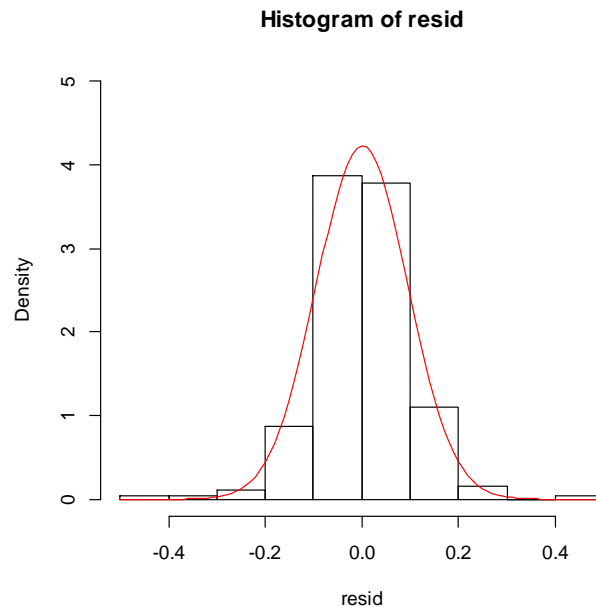
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



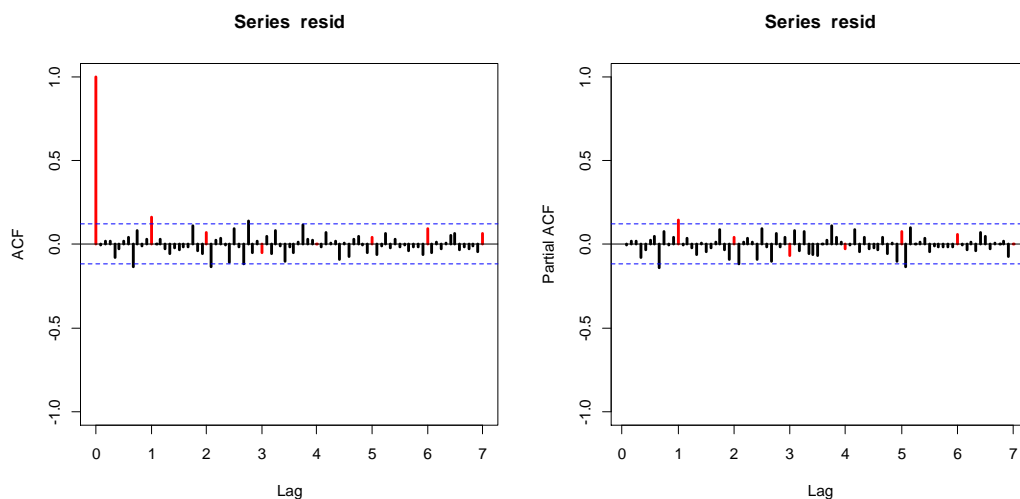
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,5),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



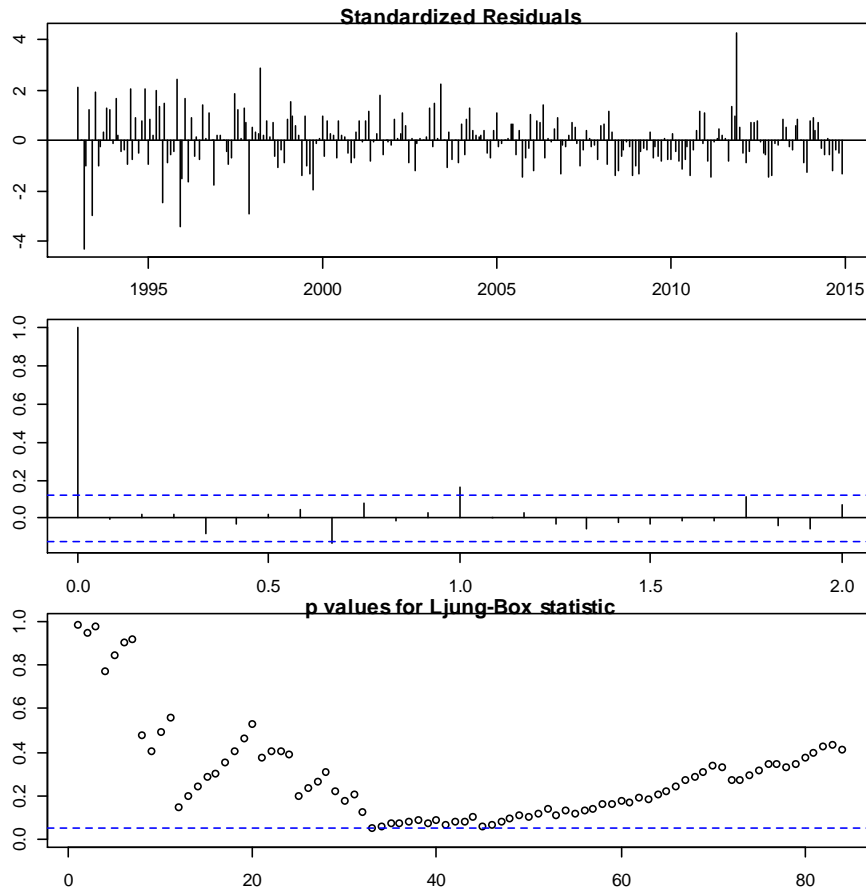
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.283549949	0.367514557	0.212595655	0.197956670	0.156298243	0.142437841
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.128109850	0.120363716	0.113948632	0.109423799	0.105652235	-0.769563763
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
-0.147540270	-0.223292688	-0.090553766	-0.080028794	-0.045849546	-0.035838927
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
-0.025358641	-0.020563635	-0.016879650	-0.014797660	-0.013328511	-0.012377339
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.011687052	-0.011179713	-0.010777017	-0.010443449	-0.010152585	-0.009890194
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
-0.009646838	-0.009417026	-0.009197262	-0.008985423	-0.008780160	-0.008580621

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
0.28354995	0.28711398	0.02697577	0.02450764	0.02226533	0.02022818
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
0.01837742	0.01669599	0.01516840	0.01378058	0.01251973	-0.86071261
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
0.25761375	0.25977644	0.03205436	0.02912157	0.02645711	0.02403644
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
0.02183724	0.01983926	0.01802408	0.01637498	0.01487676	-0.74701986
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
0.22792882	0.22951593	0.03065092	0.02784653	0.02529874	0.02298405
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
0.02088114	0.01897063	0.01723493	0.01565803	0.01422541	-0.65032913

Estacionarietat i invertibilitat:

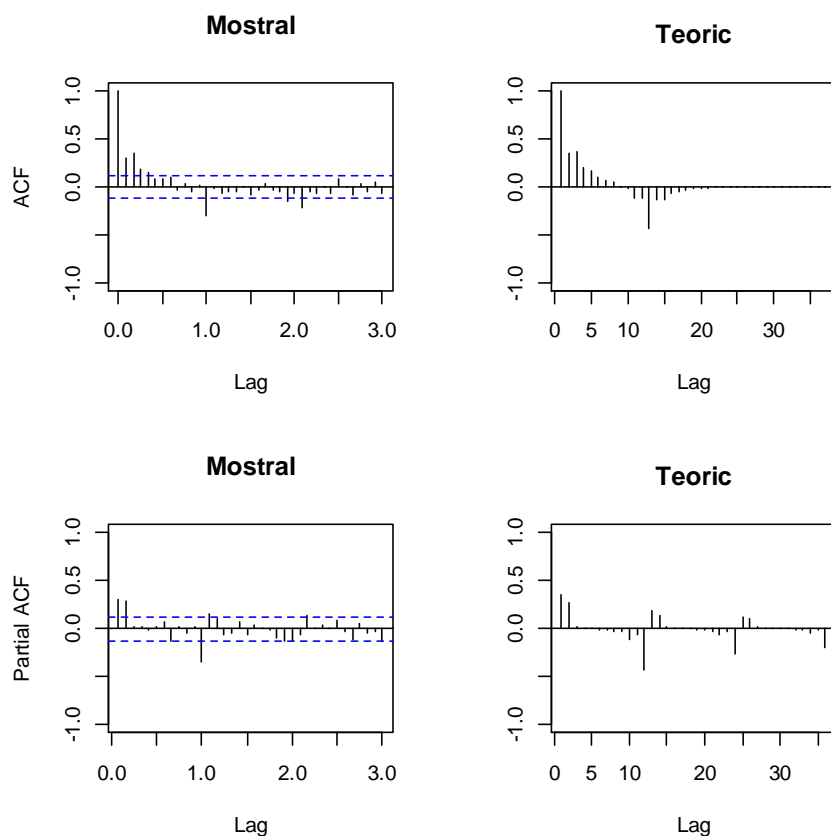
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.023052 2.541442 1.644560
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.011471 1.011471 1.011471 1.011471 1.011471 1.011471 1.011471  
[9] 1.011471 1.011471 1.011471 1.011471 1.100709
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(d12lnapb,order=c(3,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod

mod2=arima(d12lnapb2,order=c(3,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod2
```

Call:

```
arima(x = d12lnapb, order = c(3, 0, 1), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ma1	sma1	intercept
	1.1921	0.0295	-0.2339	-0.9085	-0.8721	0.0532
s.e.	0.0871	0.0959	0.0715	0.0556	0.0569	0.0068

sigma^2 estimated as 0.008868: log likelihood = 240.92, **aic = -467.84**

Call:

```
arima(x = d12lnapb2, order = c(3, 0, 1), seasonal = list(order = c(0, 0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ma1	sma1	intercept
	1.1805	0.0391	-0.2324	-0.9056	-0.8813	0.0542
s.e.	0.0882	0.0976	0.0727	0.0553	0.0652	0.0068

sigma^2 estimated as 0.009039: log likelihood = 226.81, aic = -439.62

Capacitat de previsió:

```
pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb2,start=c(2013,1),end=c(2007,12))),start=c(2013,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

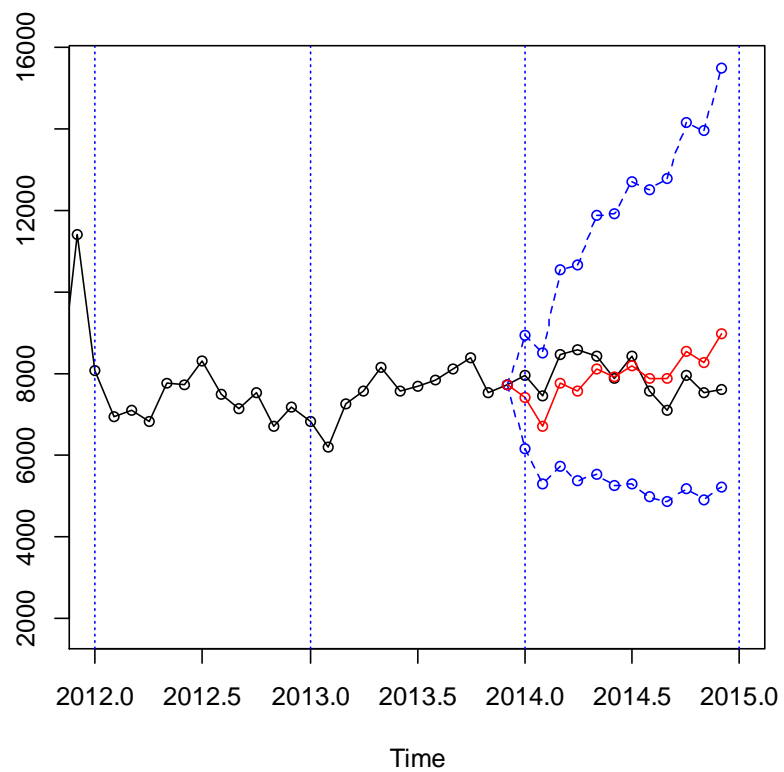
#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<-resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```

		tl	pr	tu	apb	error
Jan	2014	6153.876	7414.436	8933.210	7961.403	546.96675
Feb	2014	5302.865	6724.902	8528.278	7465.839	740.93706
Mar	2014	5721.621	7764.660	10537.215	8454.398	689.73800
Apr	2014	5368.861	7573.318	10682.926	8588.605	1015.28738
May	2014	5554.116	8125.185	11886.435	8451.498	326.31291
Jun	2014	5258.037	7916.415	11918.827	7901.375	-15.04042
Jul	2014	5311.090	8209.999	12691.197	8418.534	208.53502
Aug	2014	4985.370	7892.091	12493.576	7582.537	-309.55416
Sep	2014	4878.381	7898.002	12786.709	7097.106	-800.89602
Oct	2014	5170.532	8551.164	14142.143	7980.175	-570.98878
Nov	2014	4901.326	8273.718	13966.510	7535.866	-737.85201
Dec	2014	5221.376	8990.251	15479.564	7612.081	-1378.17035

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.09919442
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.9372133

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

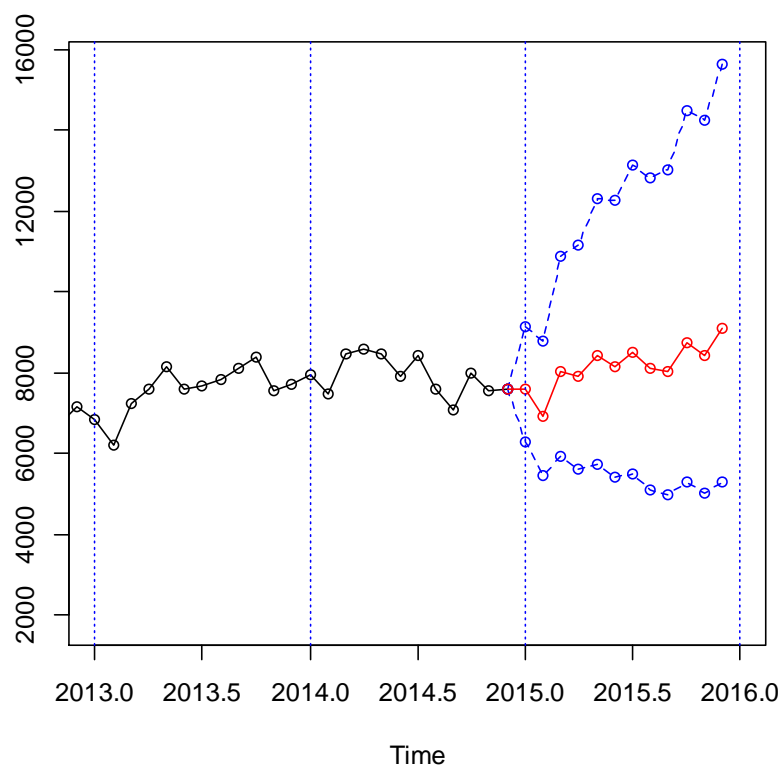
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	6304.326	7582.272	9119.269
Feb	2015	5459.761	6919.327	8769.081
Mar	2015	5914.491	8021.726	10879.734
Apr	2015	5603.398	7903.941	11149.001
May	2015	5747.088	8408.305	12301.812
Jun	2015	5415.313	8154.796	12280.122
Jul	2015	5494.578	8494.579	13132.558
Aug	2015	5116.681	8099.631	12821.596
Sep	2015	4968.047	8041.018	13014.764
Oct	2015	5294.700	8751.871	14466.397
Nov	2015	5002.422	8437.451	14231.225
Dec	2015	5282.723	9085.691	15626.370

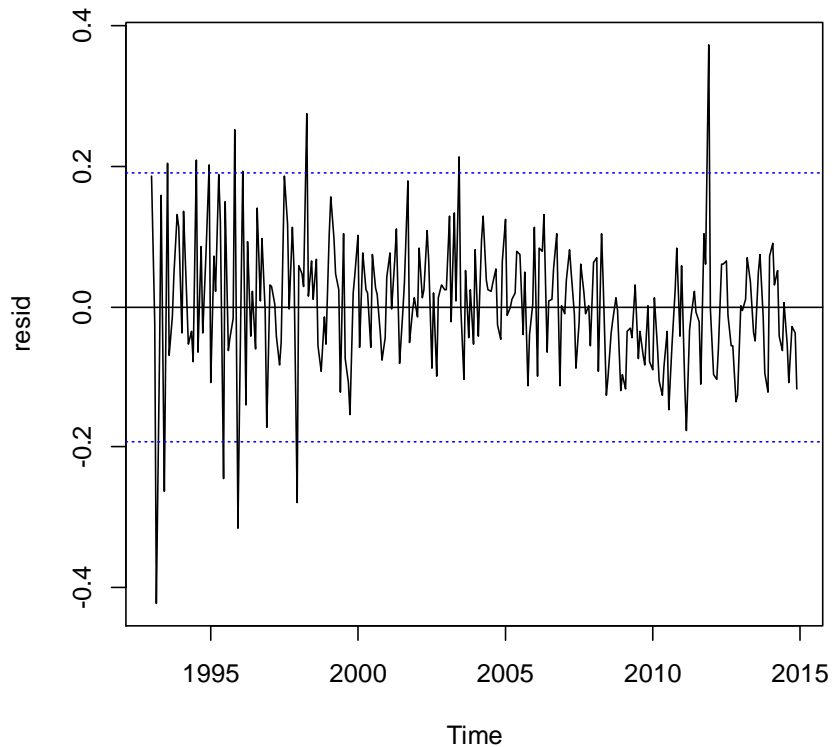
Validació del segon model:

Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```

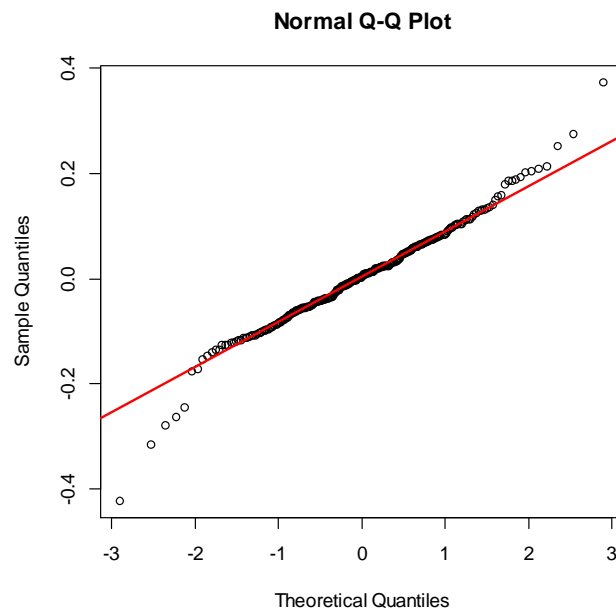
resid=mod$resid
plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)

```



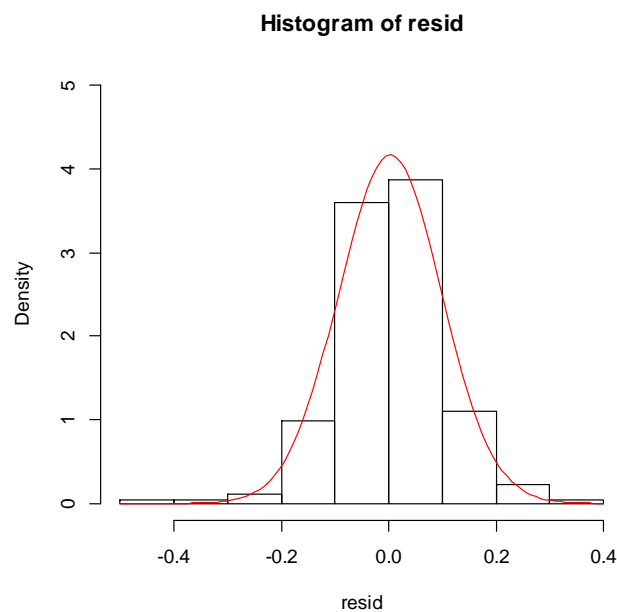
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



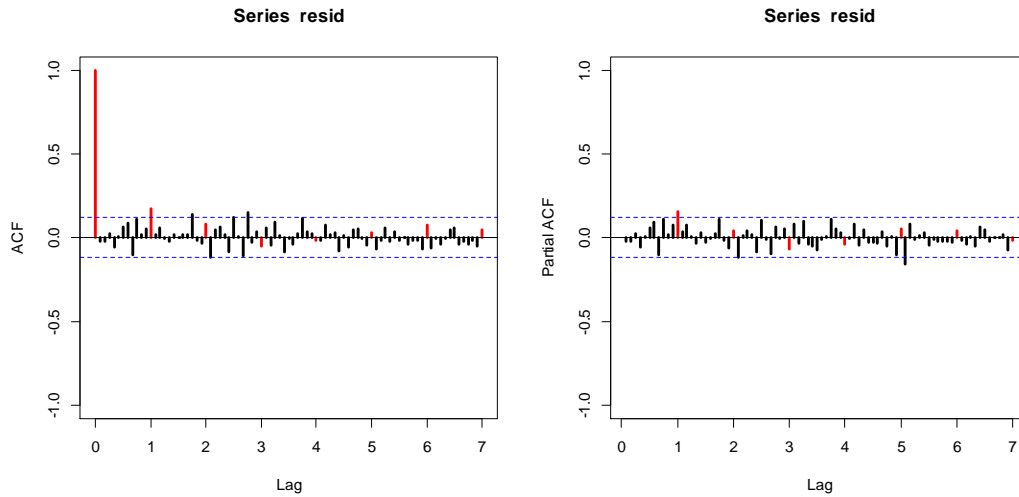
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,5),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



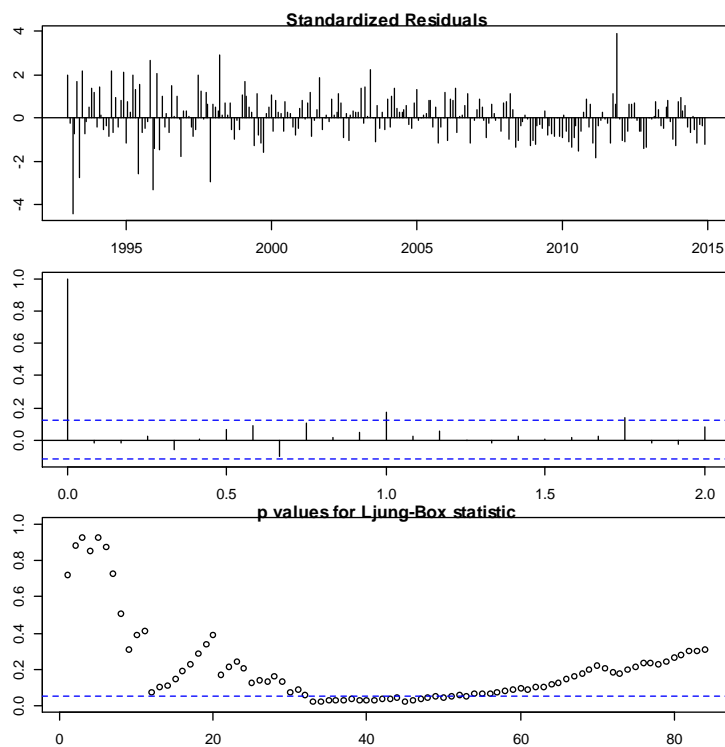
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5
0.3205919782	0.4427911611	0.2509603962	0.2310101736	0.1593895409
psi 6	psi 7	psi 8	psi 9	psi 10
0.1296452265	0.0957575674	0.0747800335	0.0565325956	0.0435500013
psi 11	psi 12	psi 13	psi 14	psi 15
0.0331835388	-0.8149892026	-0.2499962012	-0.3572528403	-0.1995340893
psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20
-0.1854392613	-0.1272943133	-0.1038610996	-0.0765786224	-0.0598645065
psi 21	psi 22	psi 23	psi 24	psi 25
-0.0452297269	-0.0348549349	-0.0265528599	-0.0203637281	-0.0155567374
psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.0119112760	-0.0091081361	-0.0069699715	-0.0053313920	-0.0040790751
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
-0.0031204557	-0.0023873273	-0.0018263502	-0.0013972330	-0.0010689226
psi 36				
-0.0008177639				

Expressió del model com un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6	pi 7
0.3205920	0.3400119	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12	pi 13	pi 14
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.8404351	0.2694368	0.2857580
pi 15	pi 16	pi 17	pi 18	pi 19	pi 20	pi 21
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
pi 22	pi 23	pi 24	pi 25	pi 26	pi 27	pi 28
0.0000000	0.0000000	-0.7063312	0.2264441	0.2401610	0.0000000	0.0000000
pi 29	pi 30	pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
pi 36						
-0.5936255						

Estacionarietat i invertibilitat:

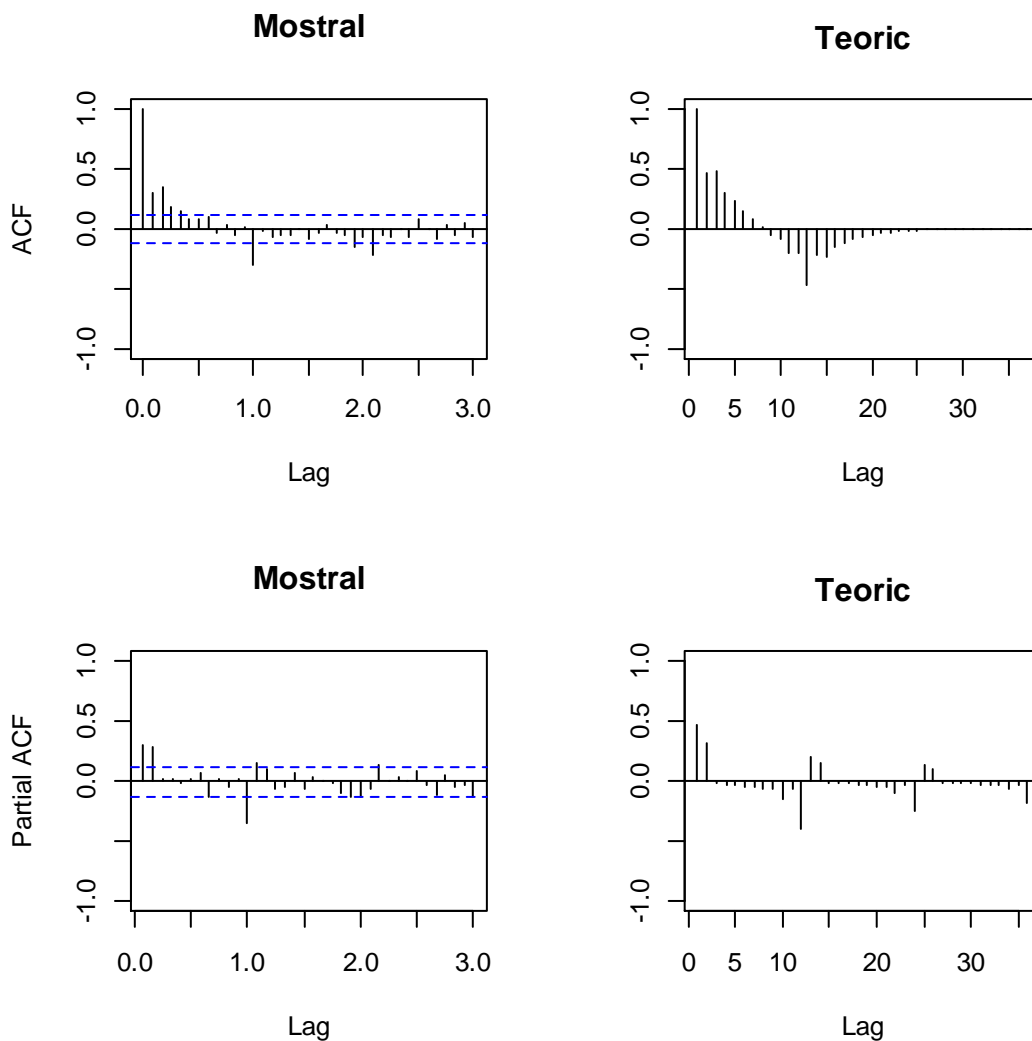
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.307133 2.250018
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.014592 1.014592 1.014592 1.014592 1.014592 1.014592 1.014592  
[9] 1.014592 1.014592 1.014592 1.014592
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(d12lnapb,order=c(2,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod

mod2=arima(d12lnapb2,order=c(2,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod2
```

```
Call:
arima(x = d12lnapb, order = c(2, 0, 0), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	smal	intercept
	0.3206	0.3400	-0.8404	0.0529
s.e.	0.0597	0.0589	0.0657	0.0037

sigma^2 estimated as 0.009144: log likelihood = 237.52, **aic = -465.05**

```
Call:
arima(x = d12lnapb2, order = c(2, 0, 0), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	smal	intercept
	0.3141	0.3442	-0.8449	0.0536
s.e.	0.0611	0.0600	0.0737	0.0038

sigma^2 estimated as 0.009355: log likelihood = 223.35, **aic = -436.70**

Capacitat de previsió:

```
pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(20
13,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

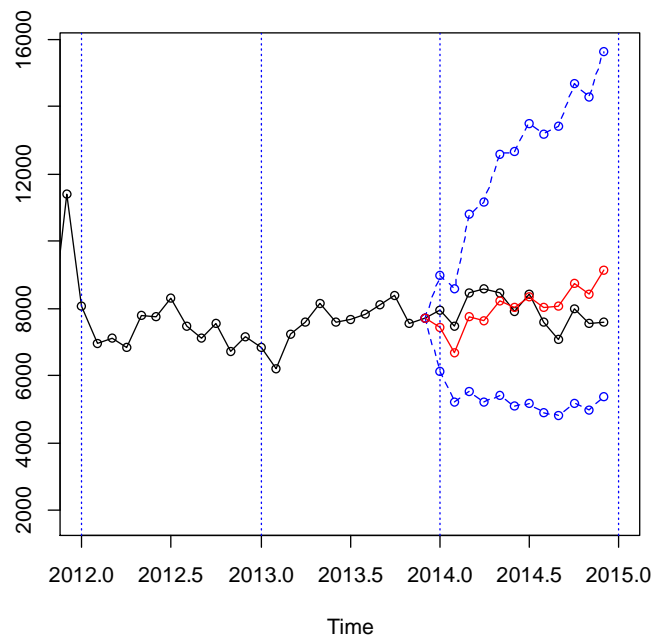
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)
```



```
resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul
```

```
obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```



	tl	pr	tu	apb	error
Jan 2014	6141.295	7423.217	8972.725	7961.403	538.18624
Feb 2014	5206.962	6680.070	8569.937	7465.839	785.76906
Mar 2014	5546.722	7739.192	10798.286	8454.398	715.20627
Apr 2014	5225.837	7641.380	11173.463	8588.605	947.22452
May 2014	5398.262	8245.457	12594.343	8451.498	206.04091
Jun 2014	5107.873	8038.199	12649.620	7901.375	-136.82416
Jul 2014	5182.437	8356.875	13475.777	8418.534	61.65883
Aug 2014	4894.689	8035.670	13192.257	7582.537	-453.13324
Sep 2014	4837.485	8053.937	13409.013	7097.106	-956.83113
Oct 2014	5189.008	8731.055	14690.926	7980.175	-750.88044
Nov 2014	4963.020	8419.150	14282.047	7535.866	-883.28408
Dec 2014	5363.375	9154.897	15626.756	7612.081	-1542.81640

```
> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.1213335
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 1.025316
```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

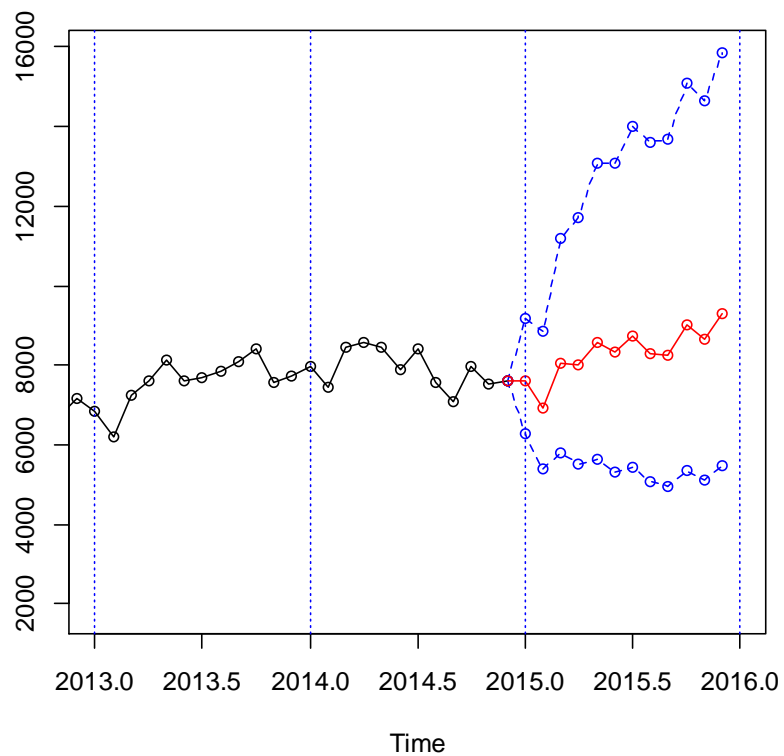
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	6296.147	7594.017	9159.426
Feb	2015	5391.288	6905.329	8844.560
Mar	2015	5781.596	8046.025	11197.342
Apr	2015	5501.475	8024.909	11705.799
May	2015	5629.138	8574.451	13060.829
Jun	2015	5306.453	8328.034	13070.153
Jul	2015	5419.410	8714.509	14013.086
Aug	2015	5074.457	8307.585	13600.661
Sep	2015	4968.058	8248.192	13694.017
Oct	2015	5366.755	9005.035	15109.812
Nov	2015	5118.135	8658.253	14647.001
Dec	2015	5470.322	9311.774	15850.827

S'agafa com a model definitiu el primer model $ARIMA(3,0,1)(0,1,1)_{12}$.

$X_t \sim ARIMA(3,0,1)(0,1,1)_{12}$ amb constant

$$W_t = (1 - B^{12})\log X_t - 0.0532$$

Com no tots els paràmetres són significatius, s'ha de procedir a eliminar-los:

Call:

```
arima(x = dl2lnapb, order = c(3, 0, 1), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12), fixed = c(NA, 0, NA, NA, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ma1	ma2	intercept
	1.2092	0	-0.2209	-0.9109	-0.8740	0.0532
s.e.	0.0654	0	0.0567	0.0528	0.0566	0.0068

sigma^2 estimated as 0.008867: log likelihood = 240.87, aic = -469.75

$$(1 - 1.1921B + 0.2209B^3)W_t = (1 - 0.9085B)(1 - 0.8740B^{12})Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.008868)$$

Estudi del model $ARIMA(3,0,1)(0,1,1)_{12}$ considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(mod,dif=c(0,12),crit=2.5,LS=T)
mod.atip$atip[1]=mod.atip$atip[1]+12
#S'estima el model per a la sèrie diferenciada d'ordre 12.

atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],1992+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
12	13	AO	0.1683471	2.583507	Ene 1993	118.33473
1	15	TC	-0.3759459	4.743655	Mar 1993	68.66395
8	18	AO	-0.2007740	2.921654	Jun 1993	81.80973
4	36	AO	0.2528070	3.419952	Dic 1994	128.76348
9	42	AO	-0.1895491	2.798724	Jun 1995	82.73321
3	47	AO	0.2907415	3.848642	Nov 1995	133.74188
6	67	LS	0.1353141	3.037074	Jul 1997	114.48964
7	72	TC	-0.2147849	3.141160	Dic 1997	80.67149
11	93	TC	-0.1679294	2.598387	Sep 1999	84.54135
10	138	AO	0.1793282	2.679877	Jun 2003	119.64133
5	198	LS	-0.1557782	3.406042	Jun 2008	85.57490
2	240	TC	0.3693786	4.797307	Dic 2011	144.68353

```

> mod.atip$sigma2
[1] 0.00529629

```

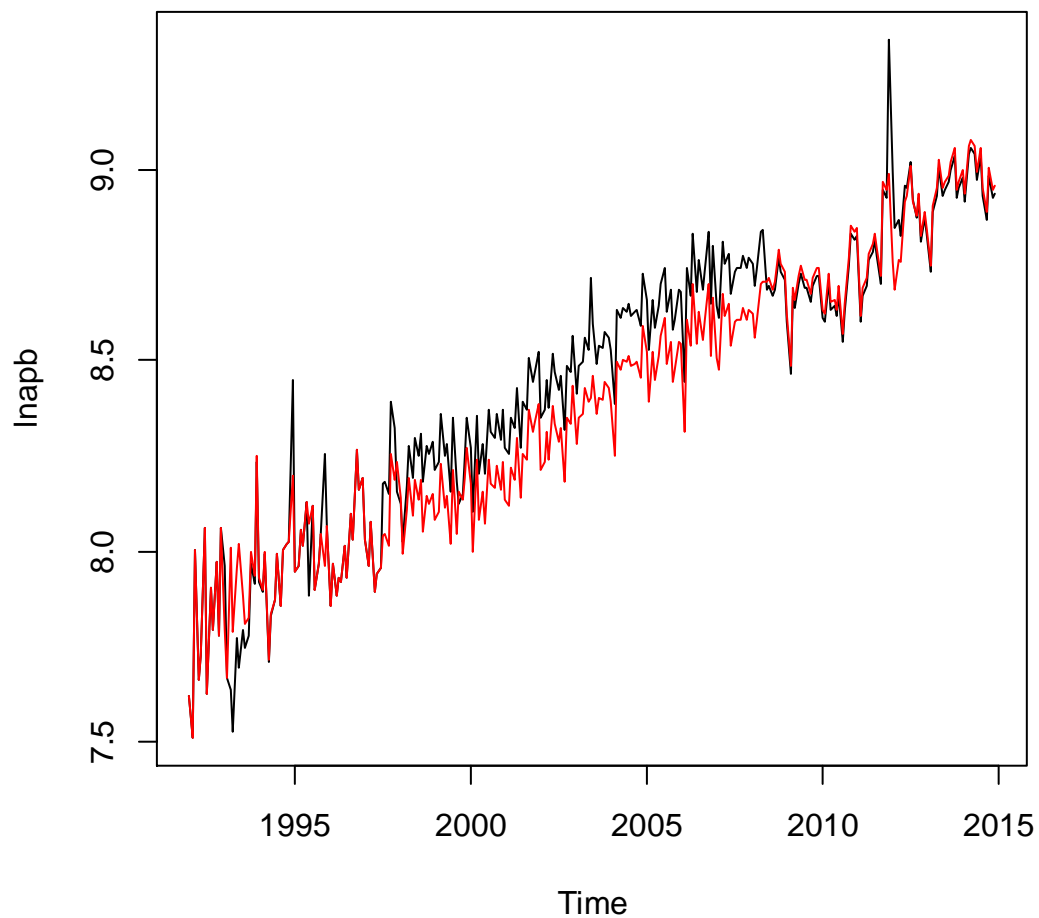
El significat d'aquestes dades atípiques es comentarà àmpliament en el proper capítol.

Linealització de la sèrie després d'aplicar logaritme:

```

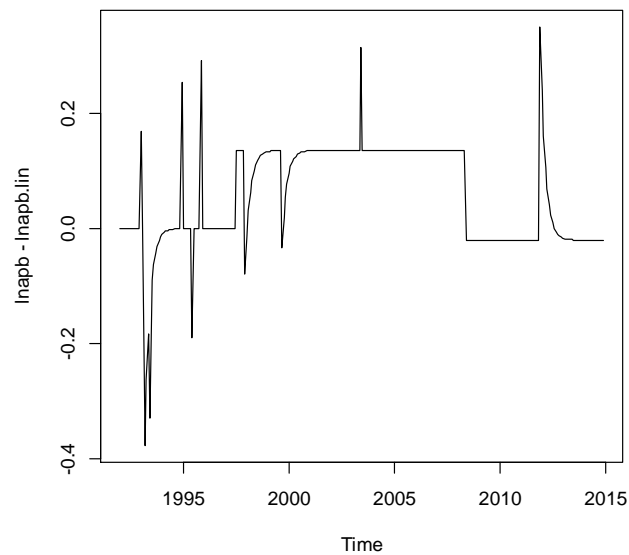
lnapb.lin=lineal(lnapb,mod.atip$atip)
plot(lnapb)
lines(lnapb.lin,col=2)

```



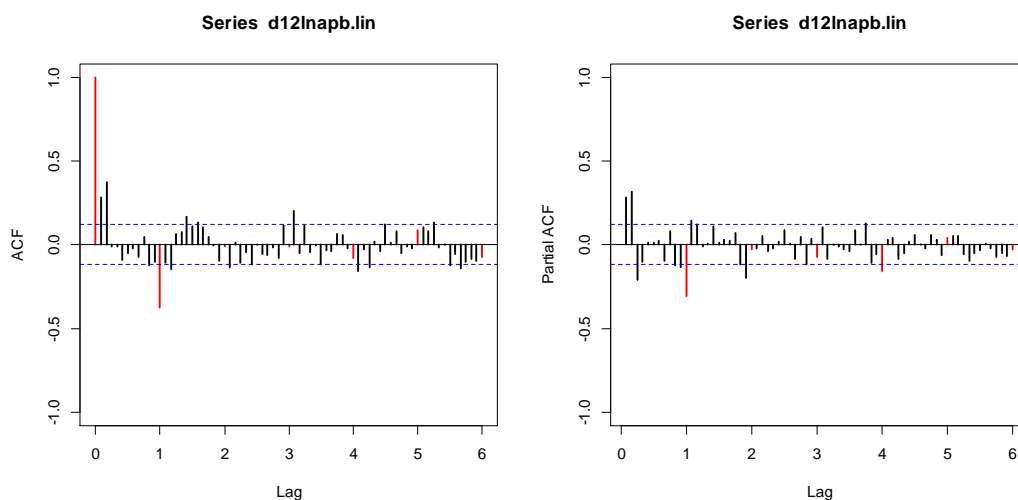
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapb-lnapb.lin)
```



Diferenciació estacional i gràfica ACF i PACF després de la diferenciació:

```
d12lnapb.lin=diff(lnapb.lin,12)
acf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Model ARIMA:

```
mod.lin=arima(d12lnapb.lin,order=c(3,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod.lin
```

Call:

```
arima(x = d12lnapb.lin, order = c(3, 0, 1), seasonal = list(order = c(0, 0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ma1	ma2	intercept
	0.6219	0.2762	-0.2232	-0.4179	-0.6987	0.0526
s.e.	0.2890	0.0883	0.1052	0.2900	0.0811	0.0028

sigma^2 estimated as 0.005628: log likelihood = 304.96, **aic = -595.93**

A la vista del resultat s'ha de canviar de model linealitzat, doncs el model escollit sense tractament de dades atípiques no és vàlid. Es treballarà amb un AR llarg, concretament s'utilitzarà un AR(9) per la part regular.

Call:

```
arima(x = d12lnapb.lin, order = c(9, 0, 0), seasonal = list(order = c(0, 0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8	ar9
	0.2027	0.3867	-0.0137	-0.1777	-0.0459	0.1871	0.0071	-0.1814	0.2059
s.e.	0.0612	0.0618	0.0714	0.0673	0.0705	0.0724	0.0706	0.0680	0.0674

	ma1	intercept
	-0.7909	0.0526
s.e.	0.0640	0.0026

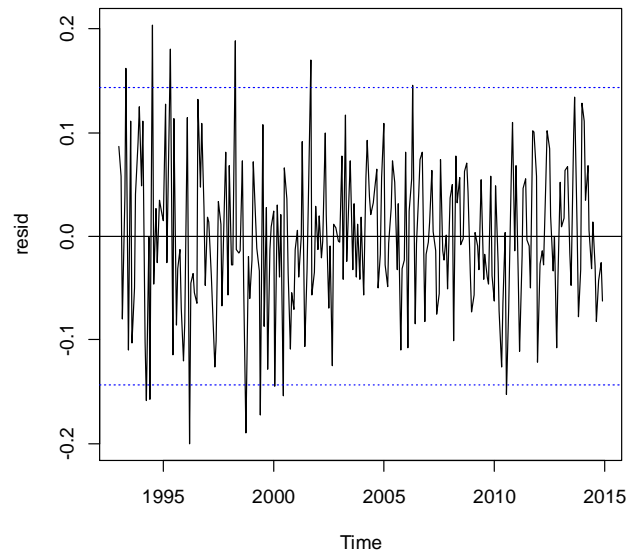
sigma^2 estimated as 0.005165: log likelihood = 314.44, **aic = -604.89**

Observant aquest resultat amb les dades amb tractament amb atípiques, es pot assegurar la bondat del model, el valor d'aic és el més petit trobat i només cal fixar-se que hi ha paràmetres que no són significatius.

Validació del model:

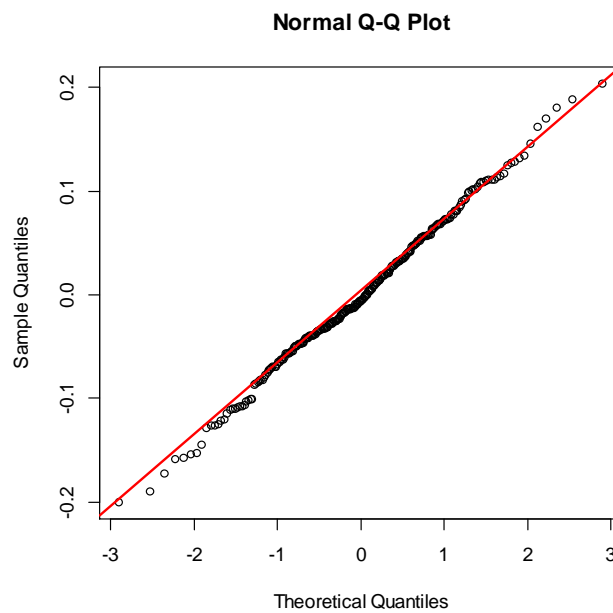
Gràfica del residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid))),lty=3,col=4)
```



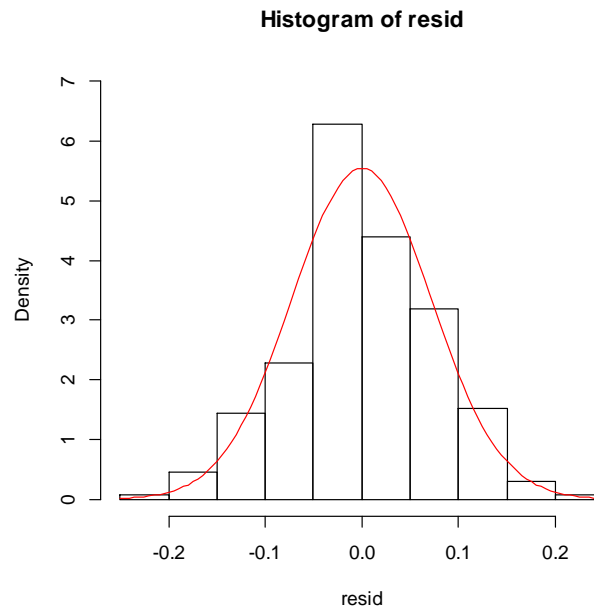
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



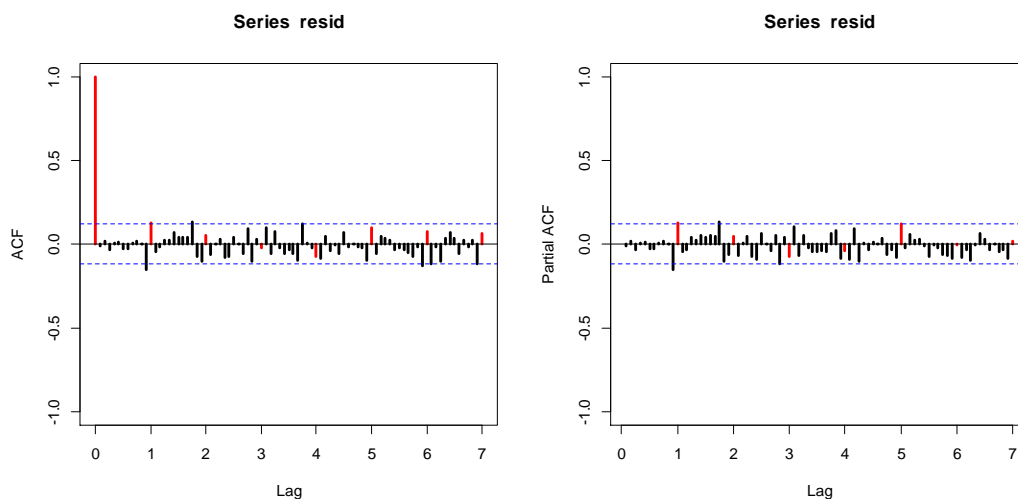
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,5),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



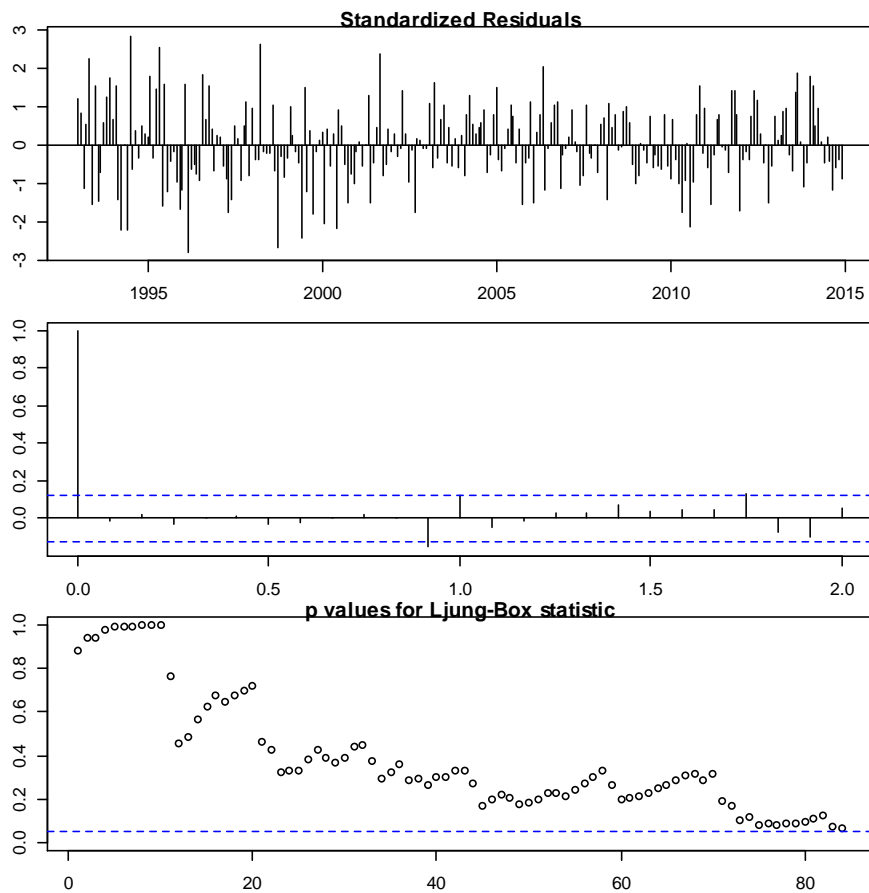
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.202740262	0.427776750	0.151425353	0.015650851	-0.026045631	0.100466711
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.008542095	-0.068690440	0.192379128	-0.036172404	0.117715966	-0.724893407
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
-0.121728453	-0.345362426	-0.071774976	-0.014219589	0.001721931	-0.025829275
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
-0.032465938	0.079457900	-0.138781049	0.041947695	-0.097159489	-0.031224359
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.032957393	0.001164989	-0.021573104	-0.007692984	0.021019516	-0.039820992
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
0.023810265	-0.022857345	-0.002742926	-0.012198007	0.002406411	-0.011570126

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
0.202740262	0.386673136	-0.013696431	-0.177682124	-0.045888470	0.187081155
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
0.007065671	-0.181358687	0.205886181	0.000000000	0.000000000	-0.790899817
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
0.160347236	0.305819712	-0.010832505	-0.140528760	-0.036293182	0.147962451
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
0.005588238	-0.143436553	0.162835343	0.000000000	0.000000000	-0.625522520
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
0.126818600	0.241872755	-0.008567426	-0.111144170	-0.028704271	0.117023475
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
0.004419736	-0.113443943	0.128786443	0.000000000	0.000000000	-0.494725647

Estacionarietat i invertibilitat:

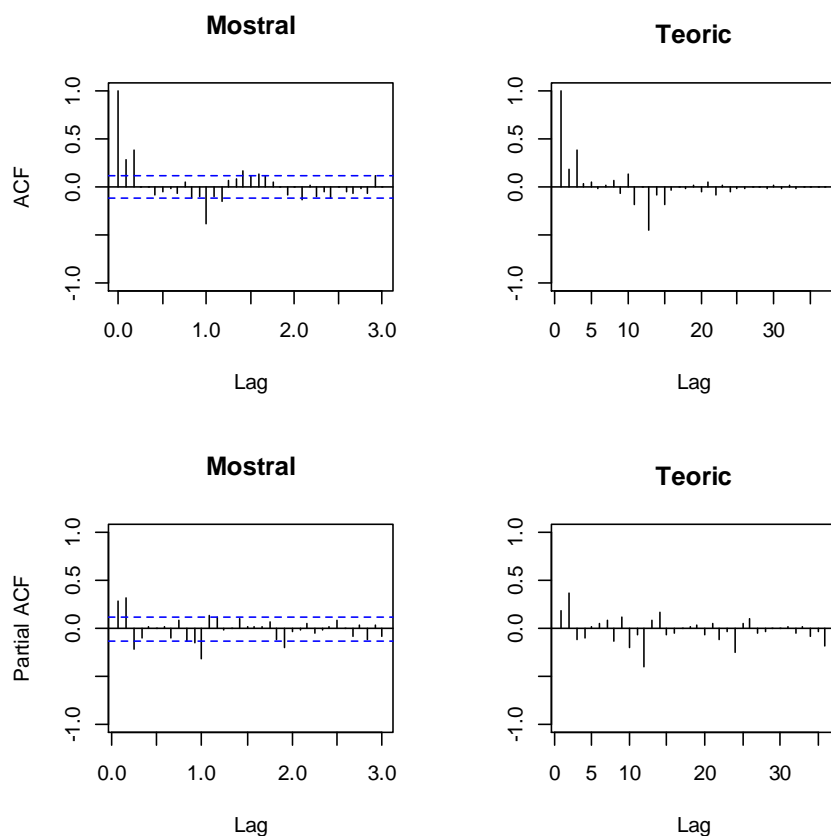
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.225513 1.131819 1.124225 1.225513 1.309459 1.124225 1.131819 1.164913  
[9] 1.309459
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.019741 1.019741 1.019741 1.019741 1.019741 1.019741 1.019741 1.019741  
[9] 1.019741 1.019741 1.019741 1.019741
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
lnapb2.lin=window(lnapb.lin,end=c(2013,12))
d12lnapb2.lin=window(d12lnapb.lin,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod.lin=arima(d12lnapb.lin,order=c(9,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod.lin

mod2.lin=arima(d12lnapb2.lin,order=c(9,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod2.lin
```

Call:

```
arima(x = d12lnapb.lin, order = c(9, 0, 0), seasonal = list(order = c(0, 0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8	ar9
	0.2027	0.3867	-0.0137	-0.1777	-0.0459	0.1871	0.0071	-0.1814	0.2059
s.e.	0.0612	0.0618	0.0714	0.0673	0.0705	0.0724	0.0706	0.0680	0.0674
	sma1		intercept						
	-0.7909		0.0526						
s.e.	0.0640		0.0026						

sigma^2 estimated as 0.005165: log likelihood = 314.44, aic = -604.89

```

Call:
arima(x = dl2lnapb2.lin, order = c(9, 0, 0), seasonal = list(order =
c(0, 0, 1), period = 12))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ar5      ar6      ar7      ar8      ar9
    0.1844  0.3909 -0.0153 -0.1839 -0.0494  0.1844  0.0214 -0.1745  0.1880
s.e.  0.0627  0.0636  0.0727  0.0695  0.0724  0.0745  0.0727  0.0702  0.0697
      smal  intercept
    -0.7769      0.0523
s.e.   0.0681      0.0027

sigma^2 estimated as 0.00522:  log likelihood = 298.85,  aic = -573.69

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(20
13,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

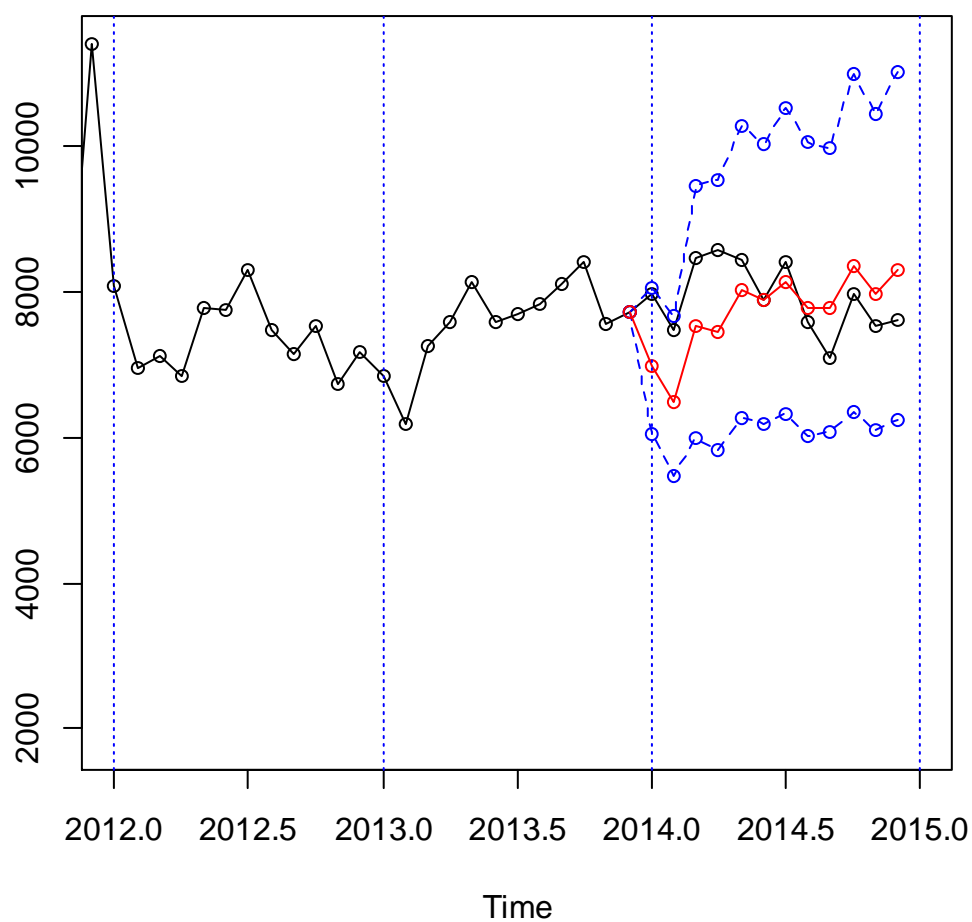
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apb	error
Jan	2014	6059.925	6981.771	8043.850	7961.403	979.6319
Feb	2014	5482.323	6483.402	7667.279	7465.839	982.4368
Mar	2014	5993.686	7527.669	9454.249	8454.398	926.7293
Apr	2014	5818.894	7449.298	9536.527	8588.605	1139.3069
May	2014	6258.601	8016.975	10269.372	8451.498	434.5225
Jun	2014	6183.938	7880.740	10043.124	7901.375	20.6353
Jul	2014	6312.542	8147.861	10516.784	8418.534	270.6731
Aug	2014	6012.493	7773.684	10050.768	7582.537	-191.1473
Sep	2014	6073.494	7784.202	9976.762	7097.106	-687.0959
Oct	2014	6350.106	8358.528	11002.178	7980.175	-378.3534
Nov	2014	6092.917	7974.468	10437.060	7535.866	-438.6015
Dec	2014	6243.192	8299.583	11033.311	7612.081	-687.5016

```

> mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.lin.EQM
[1] 0.08955407
> mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.lin.EAM
[1] 0.9010374

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

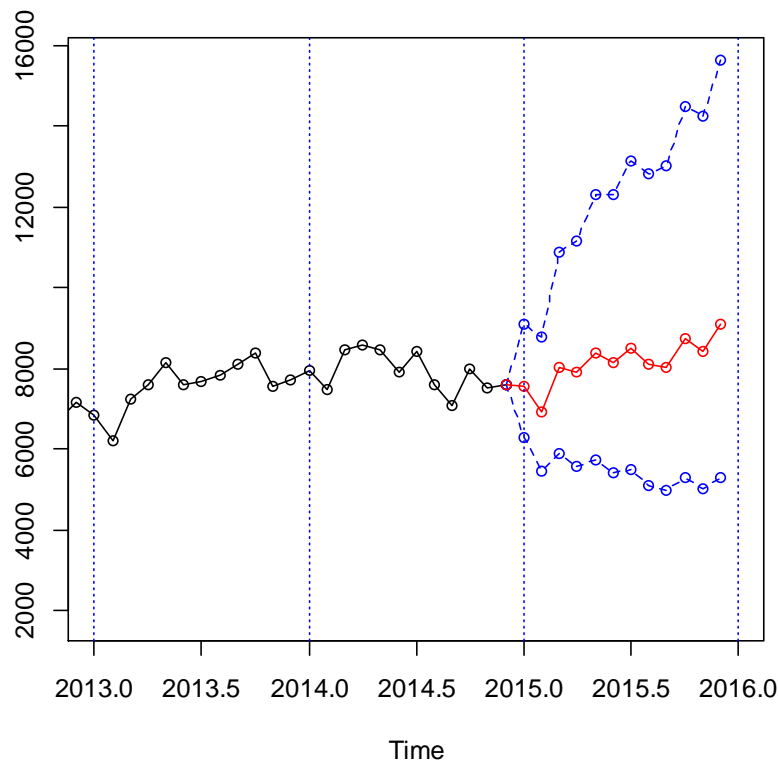
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	6295.391	7571.420	9106.091
Feb	2015	5450.548	6926.395	8801.858
Mar	2015	5907.098	8023.379	10897.840
Apr	2015	5593.892	7906.006	11173.782
May	2015	5739.881	8408.819	12318.763
Jun	2015	5410.773	8157.455	12298.442
Jul	2015	5491.142	8496.038	13145.291
Aug	2015	5115.513	8102.393	12833.274
Sep	2015	4968.334	8044.151	13024.159
Oct	2015	5295.330	8754.232	14472.484
Nov	2015	5004.647	8441.160	14237.405
Dec	2015	5286.104	9090.352	15632.402

Model escollit amb atípics:

$X_t \sim \text{ARIMA}(9,0,0)(0,1,1)_{12}$ amb constant

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^{12} \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B^{12}) \log X_{lin_t} - 0.0526$$

Com no tots els paràmetres són significatius, s'ha de procedir a eliminar-los:

Call:

```
arima(x = dl2lnapb.lin, order = c(9, 0, 0), seasonal = list(order =
c(0, 0, 1), period = 12), fixed = c(NA, NA, 0, NA, 0, NA, 0, NA, NA,
NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8	ar9	smal
	0.1987	0.3833	0	-0.1876	0	0.1775	0	-0.1767	0.2023	-0.7877
s.e.	0.0559	0.0613	0	0.0661	0	0.0694	0	0.0675	0.0627	0.0598
	intercept									
	0.0526									
s.e.	0.0028									

sigma^2 estimated as 0.005183: log likelihood = 314.08, **aic = -610.16**

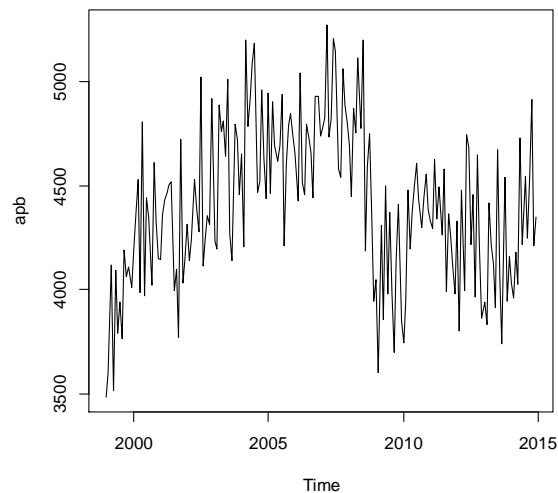
$$(1 - 0.1987B - 0.3833B^2 + 0.1876B^4 - 0.1775B^6 + 0.1767B^8 - 0.2023B^9)W_{lin_t} =$$

$$= (1 - 0.7877B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.005183)$$

3.5. Port de Gènova: Sèrie de dades de gener de 1999 a desembre de 2014.

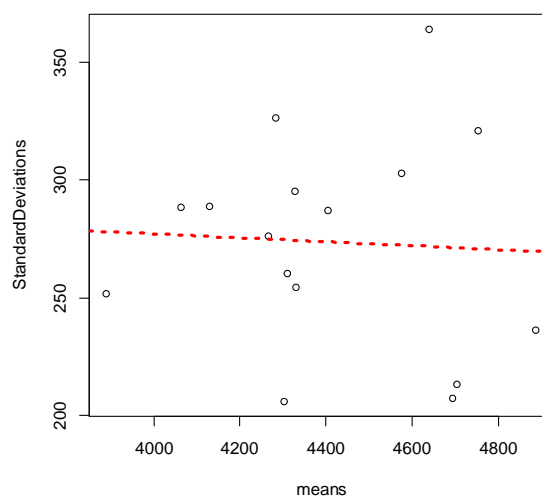
Lectura i gràfica de les dades:

```
apb=ts(read.table("Genoa.txt")[,1]/1000,start=1994,freq=12)
plot(apb)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apb)%/%12*12
m=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))
```




```
Call:
lm(formula = s ~ m)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-68.442	-28.131	6.527	23.345	92.122

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	310.705799	192.045831	1.618	0.128
m	-0.008383	0.043472	-0.193	0.850

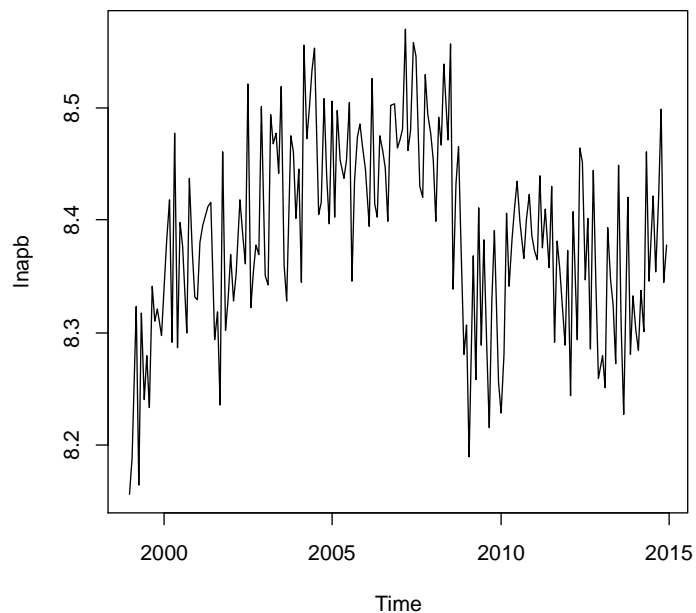
Residual standard error: 46.31 on 14 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.002649, Adjusted R-squared: -0.06859

F-statistic: 0.03718 on 1 and 14 DF, p-value: 0.8499

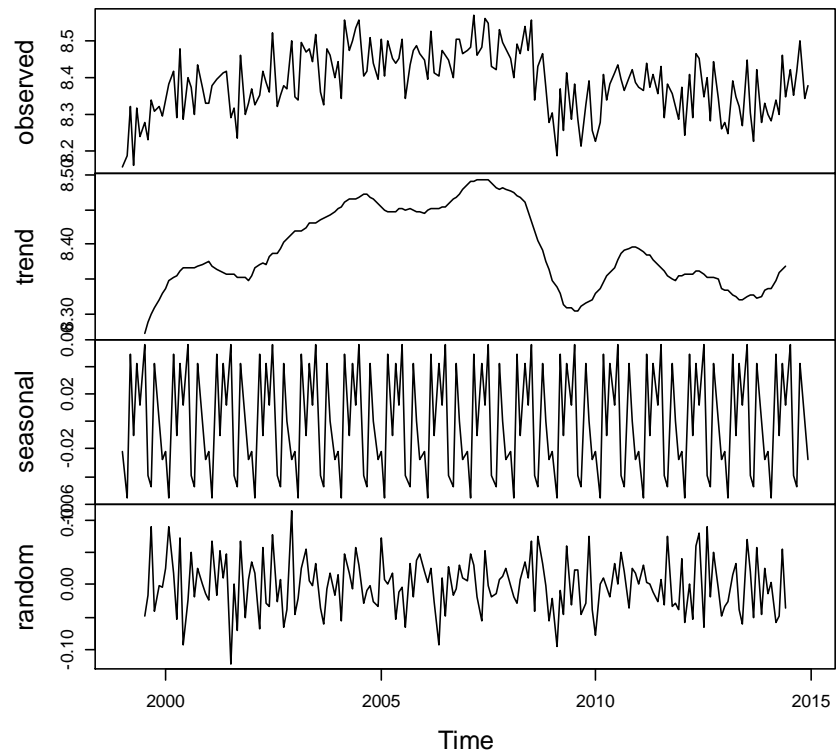
Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat: (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

```
lnapb=log(apb)
plot(lnapb)
```

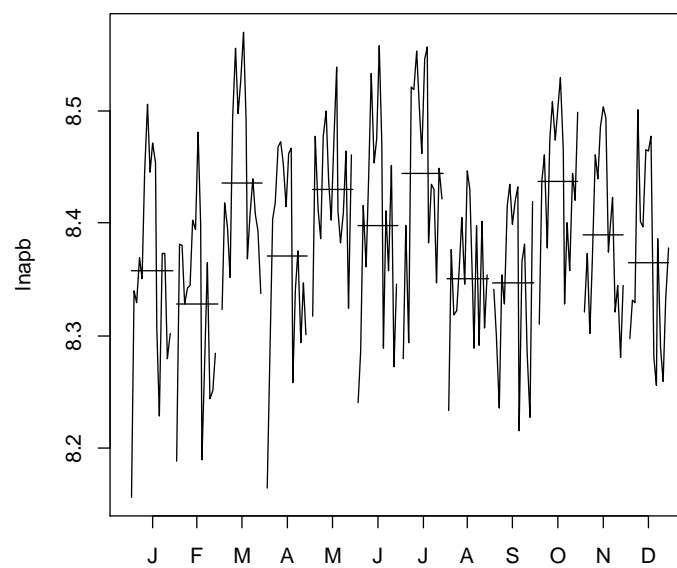


```
plot(decompose(lnapb))
```

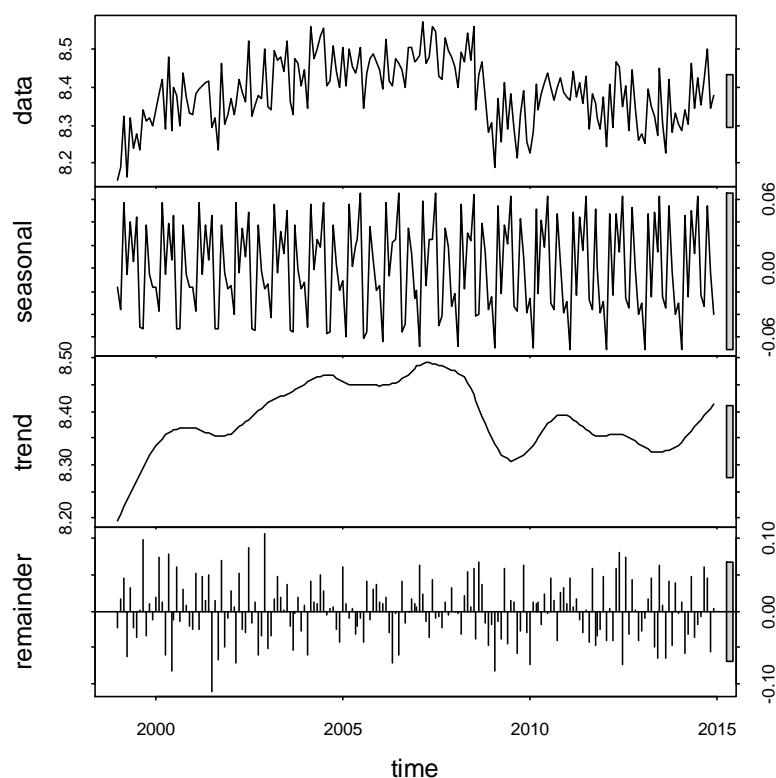
Decomposition of additive time series



```
monthplot(lnapb)
```

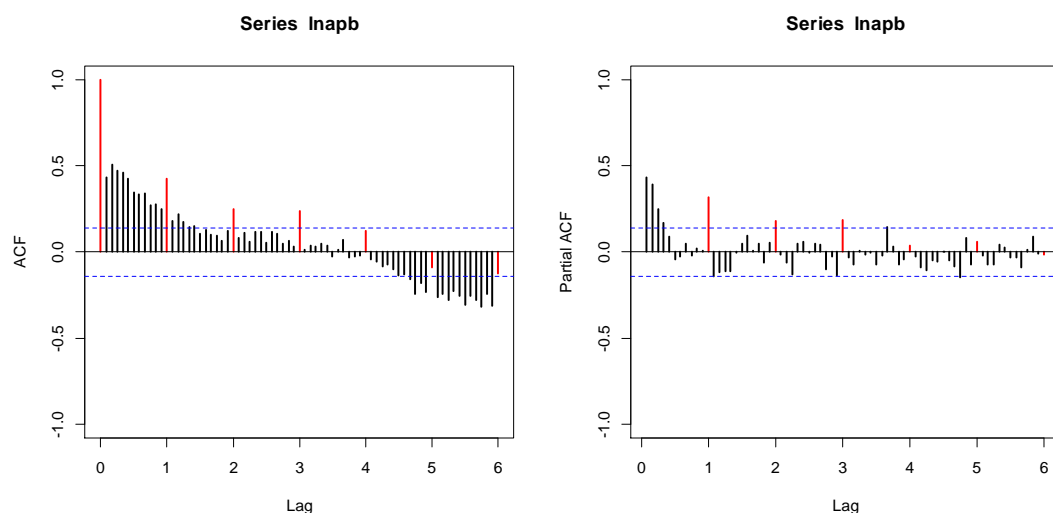


```
plot(stl(lnapb,s.window=12))
```



Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

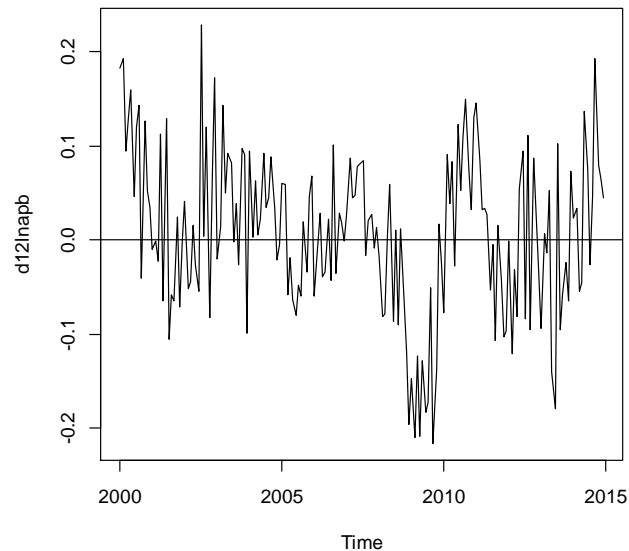
```
acf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



La forma d'aquesta gràfica demostra l'existència d'estacionalitat.

Diferenciació d'ordre 12 per eliminar l'estacionalitat:

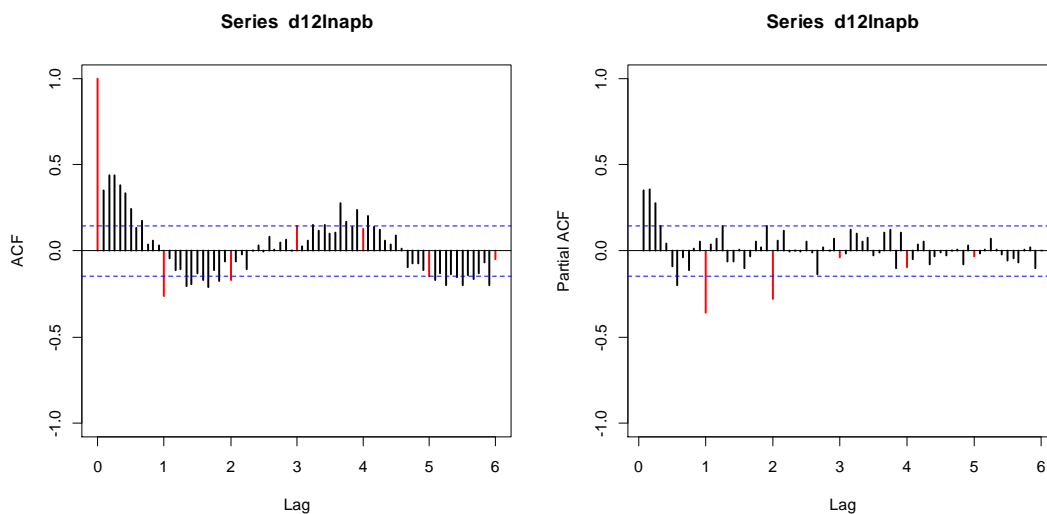
```
d12lnapb=diff(lnapb,12)
plot(d12lnapb)
abline(h=0)
```



De la gràfica es dedueix que una vegada feta la transformació d'ordre 12, la mitjana no es pot considerar nul·la. Concretament, la mitjana que dona R és de 0.00709857. S'elimina l'estacionalitat, però també la tendència lineal.

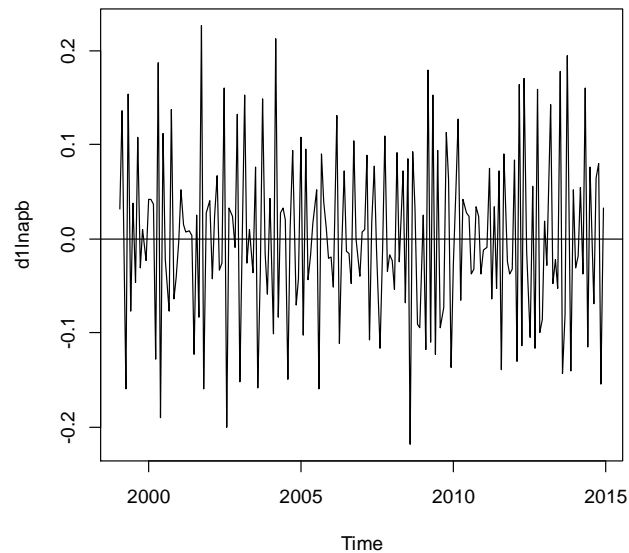
Gràfiques ACF i PACF després de la diferenciació d'ordre 12:

```
acf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diferenciació regular:

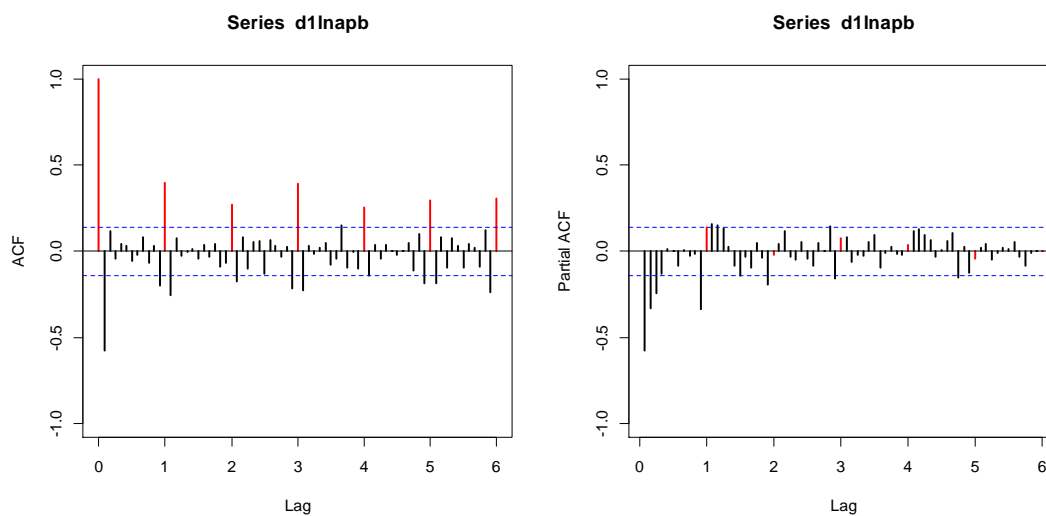
```
d1lnapb=diff(lnapb)
plot(d1lnapb)
abline(h=0)
```



La mitjana que dona R per la diferenciació regular és de 0.001160047.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

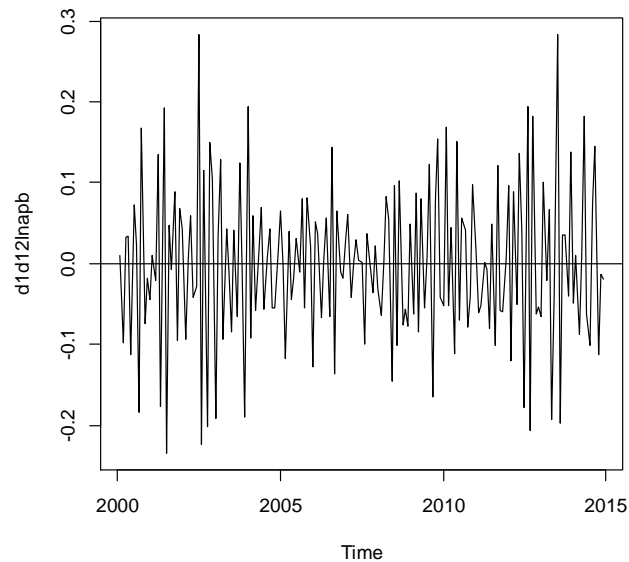
```
acf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Veient aquesta gràfica, es confirma l'estacionalitat i la necessitat d'una diferenciació d'ordre 12.

Diferenciació regular després de la diferenciació d'ordre 12:

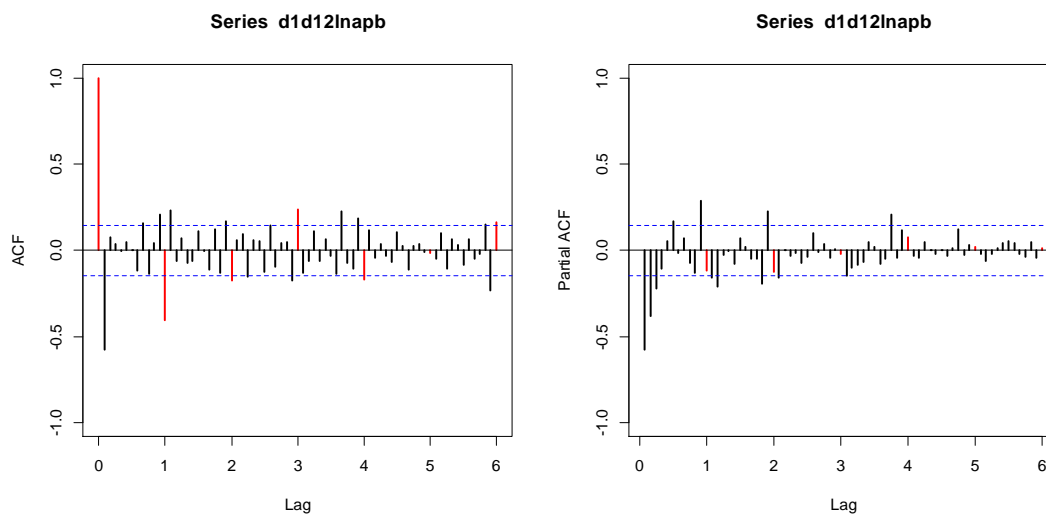
```
d1d12lnapb=diff(d12lnapb)
plot(d1d12lnapb)
abline(h=0)
```



En aquesta gràfica es podria considerar que la mitjana queda situada al voltant de 0. Concretament, la mitjana que dona R és de -0.0007702202 . S'ha de comprovar quina ha estat l'evolució de les variàncies per veure si s'ha produït una sobrediferenciació.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació estacional i regular:

```
acf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Càlcul de variàncies:

```
var(lnapb)
var(d12lnapb)
var(d1lnapb)
var(d1d12lnapb)
var(diff(d1d12lnapb))
```

```
var(lnapb)
0.007415023
var(d12lnapb)
0.007386013
var(d1lnapb)
0.008160209
var(d1d12lnapb)
0.009406359
var(diff(d1d12lnapb))
0.02981021
```

En la darrera diferenciació, la variància ha augmentat encara que molt poc, però es podria considerar que s'ha produït una sobrediferenciació. Es treballarà només amb la diferenciació estacional d'ordre 12 i és evident que es treballaran models sense constant. En el possible model s'observarà la petita diferència entre treballar només amb la diferenciació estacional o treballar amb una diferenciació regular afegida.

Possibles models:

Part estacional: MA(1)

Part regular: ARMA(2,1), ARMA(1,2)

Model ARIMA(2,0,1)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = lnapb, order = c(2, 0, 1), seasonal = list(order = c(0, 1,
1), period = 12))

Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      sma1
    0.7028  0.2751 -0.5484  -0.9998
s.e.  0.0997  0.0915  0.0801  0.1863

sigma^2 estimated as 0.002713:  log likelihood = 260.27, aic = -510.55
```

Model ARIMA(1,0,2)(1,1,0)₁₂

```
Call:
arima(x = lnabp, order = c(1, 0, 2), seasonal = list(order = c(0, 1,
1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ma1          ma2          sma1
      0.9699   -0.8722   0.2894   -0.9596
s.e.    0.0300    0.0815   0.0864    0.2558

sigma^2 estimated as 0.002754:  log likelihood = 261.86, aic = -513.72
```

S'han d'escollir dos models d'acord amb la metodologia que es segueix, per tant, s'agafarien aquests dos models en funció dels valors d'aic, essent els models de valor més petit els següents:

Primer aic més petit: -513,72 – Model ARIMA(1,0,2)(0,1,1)₁₂

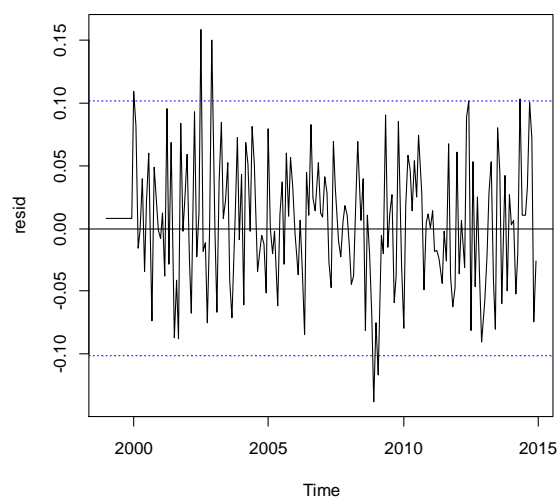
Segon aic més petit: -510,55 – Model ARIMA(2,0,1)(0,1,1)₁₂

El problema és que per la part estacional les arrels són molt properes a la unitat, aquest fet es pot veure molt clar si s'aplica la fase de validació dels dos models.

Validació del primer model:

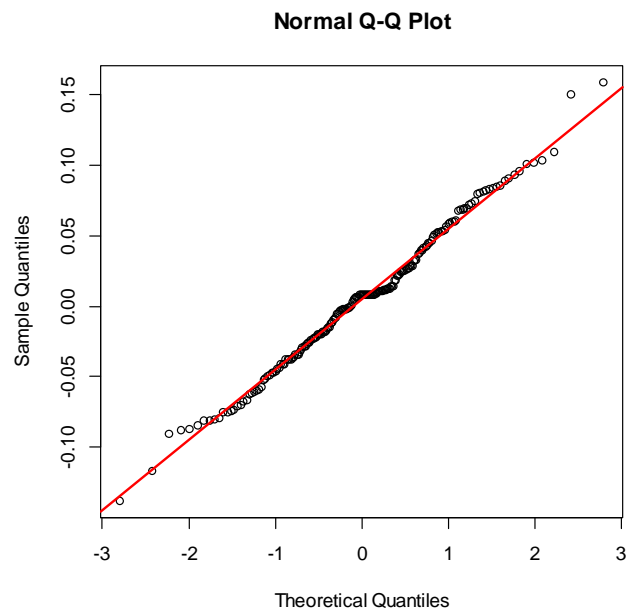
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid
plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



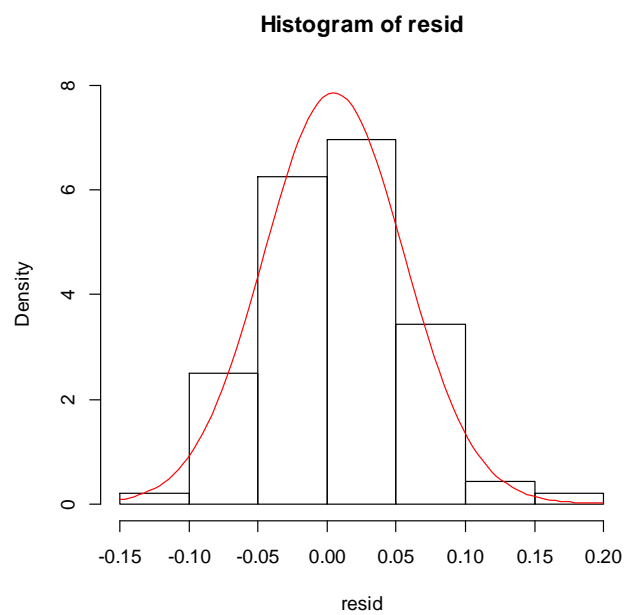
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



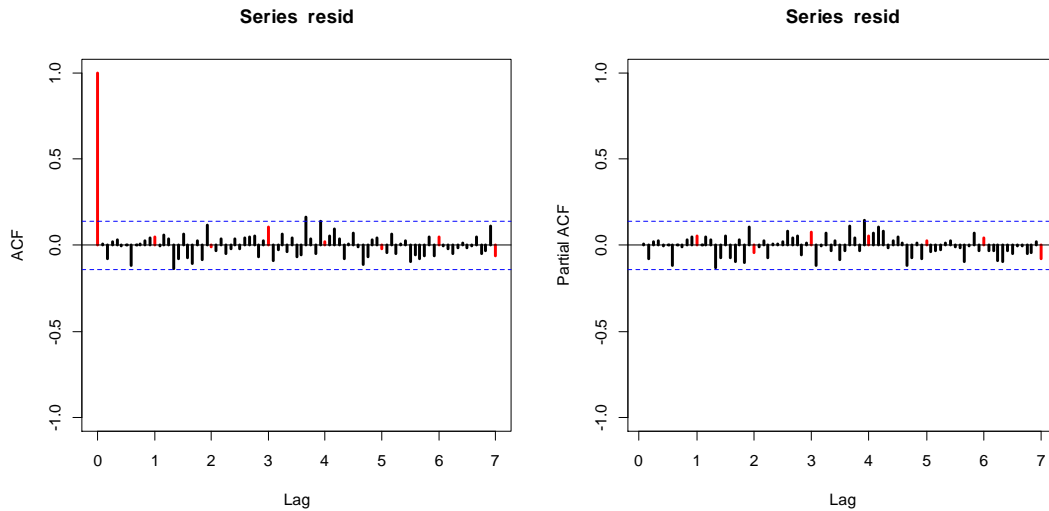
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,8),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



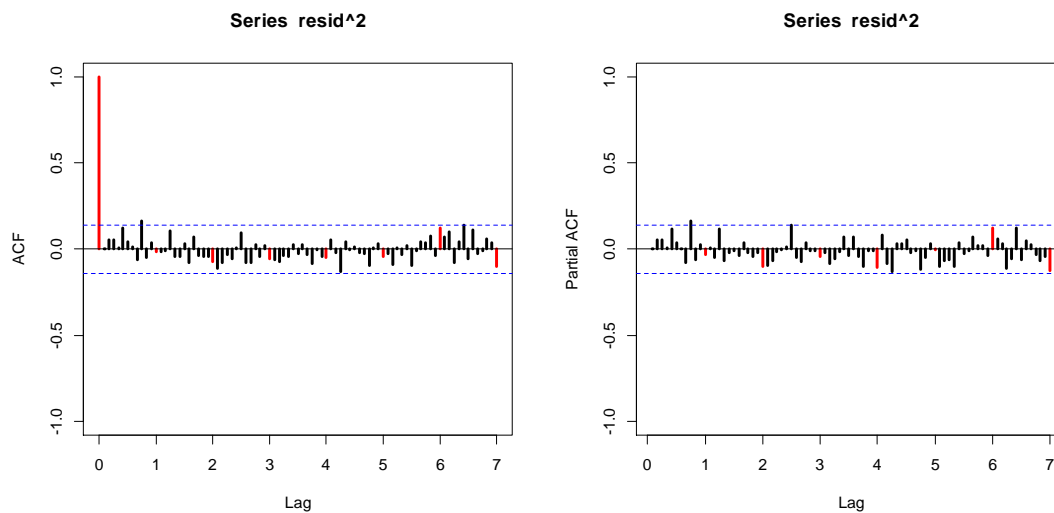
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



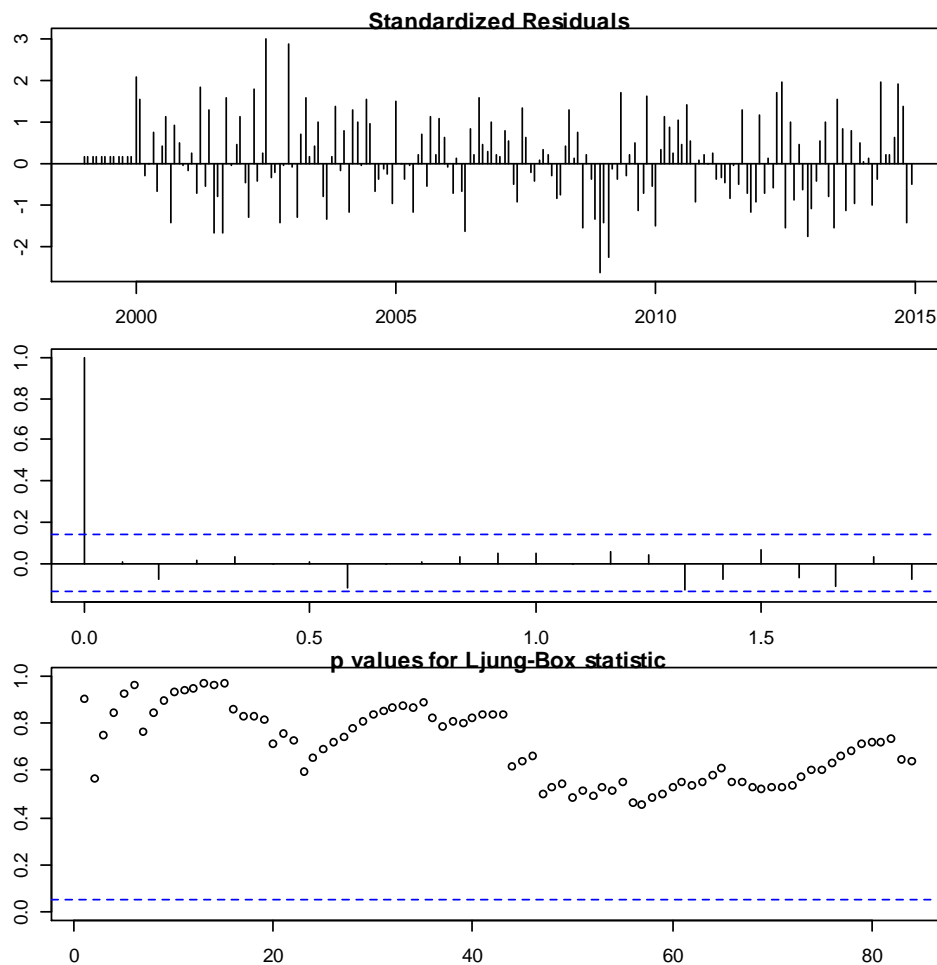
ACF i PACF dels residus al quadrat:

```
acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.09762051	0.38411262	0.37253735	0.36131089	0.35042275	0.33986272
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.32962092	0.31968775	0.31005393	0.30071042	0.29164847	-0.67670939
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.18066199	-0.10251410	-0.09942482	-0.09642864	-0.09352276	-0.09070444
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
-0.08797105	-0.08532003	-0.08274890	-0.08025525	-0.07783675	-0.07549113
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.07321620	-0.07100982	-0.06886993	-0.06679453	-0.06478167	-0.06282947
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
-0.06093609	-0.05909978	-0.05731880	-0.05559149	-0.05391623	-0.05229146

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5
0.0976205104	0.3745828594	0.2984731059	0.1519245035	0.0461270533
pi 6	pi 7	pi 8	pi 9	pi 10
-0.0037380414	-0.0166112194	-0.0134071267	-0.0068864406	-0.0021261819
pi 11	pi 12	pi 13	pi 14	pi 15
0.0001386193	-0.9588327067	0.0942757277	0.3597501805	0.2865034787
pi 16	pi 17	pi 18	pi 19	pi 20
0.1457771438	0.0442294695	-0.0036139438	-0.0159537509	-0.0128695715
pi 21	pi 22	pi 23	pi 24	pi 25
-0.0066078548	-0.0020387737	0.0001342284	-0.9200655065	0.0904642737
pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
0.3452051186	0.2749197942	0.1398831745	0.0424411991	-0.0034678380
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35
-0.0153087248	-0.0123492391	-0.0063406902	-0.0019563427	0.0001288019
pi 36				
-0.8828663433				

Estacionarietat i invertibilitat:

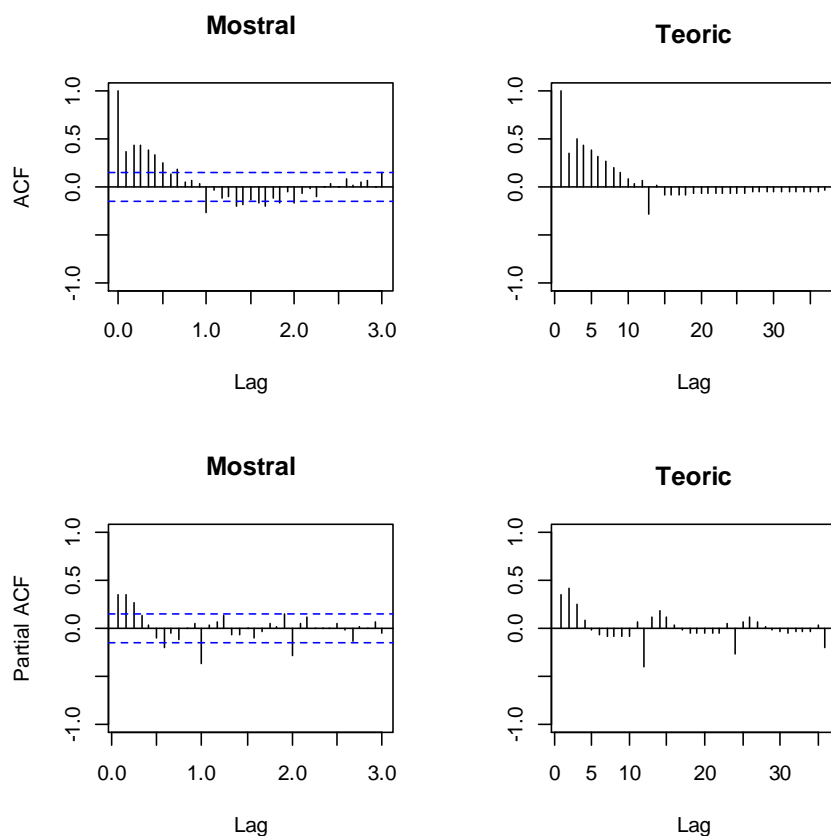
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.031071
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.003445 1.003445 1.003445 1.003445 1.003445 1.003445 1.003445 1.003445  
[9] 1.003445 1.003445 1.003445 1.003445 1.858768 1.858768
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapb,order=c(1,0,2),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod

mod2=arima(lnapb2,order=c(1,0,2),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnapb, order = c(1, 0, 2), seasonal = list(order = c(0, 1,
1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ma1	ma2	sma1
	0.9699	-0.8722	0.2894	-0.9596
s.e.	0.0300	0.0815	0.0864	0.2558

```
sigma^2 estimated as 0.002754: log likelihood = 261.86, aic = -513.72
```

```

Call:
arima(x = lnab2, order = c(1, 0, 2), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ma1          ma2          smal
      0.9762   -0.8843    0.2994   -0.9997
s.e.    0.0297    0.0772    0.0843    0.2060

sigma^2 estimated as 0.002636:  log likelihood = 244.37, aic = -478.75

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnab2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(2013,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

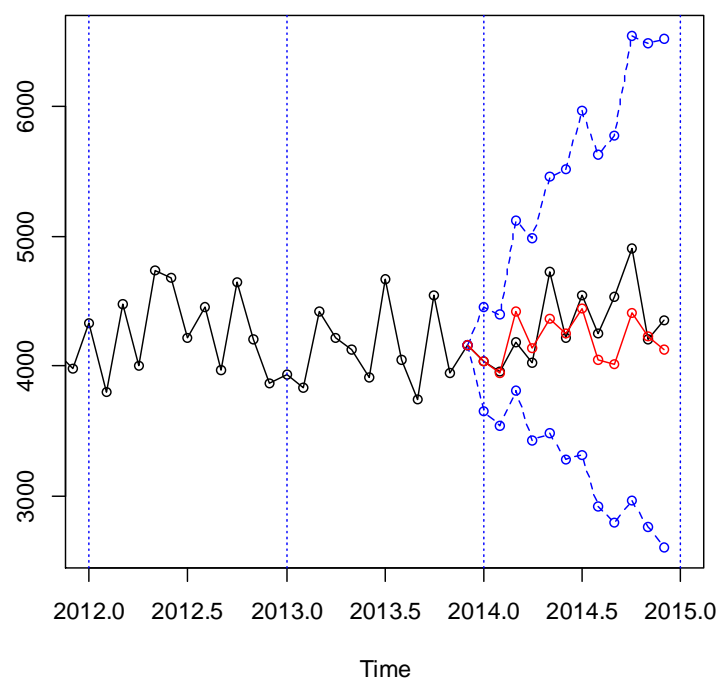
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



	tl	pr	tu	apb	error
Jan 2014	3647.820	4033.597	4460.172	4032.515	-1.081922
Feb 2014	3536.047	3946.007	4403.497	3958.281	12.273869
Mar 2014	3805.942	4415.654	5123.041	4179.768	-235.885594
Apr 2014	3429.878	4133.327	4981.049	4026.236	-107.090697
May 2014	3488.236	4362.346	5455.497	4727.240	364.894490
Jun 2014	3278.262	4250.749	5511.721	4213.925	-36.823963
Jul 2014	3310.135	4446.298	5972.435	4546.121	99.823019
Aug 2014	2912.750	4049.673	5630.366	4245.940	196.267349
Sep 2014	2795.093	4019.001	5778.831	4532.197	513.195983
Oct 2014	2963.884	4403.910	6543.583	4911.255	507.345060
Nov 2014	2758.173	4231.675	6492.368	4209.817	-21.857659
Dec 2014	2605.166	4123.885	6527.962	4349.621	225.736192

```
> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.03876912
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.5141392
```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
```

```

ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

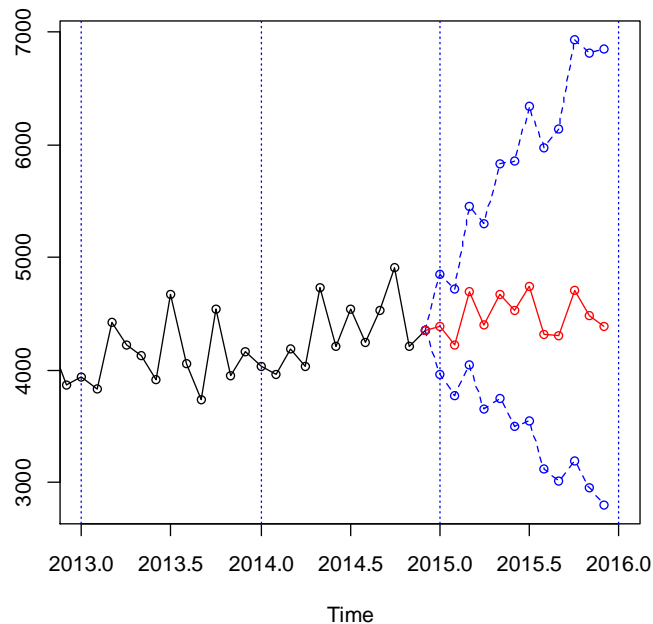
#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2011+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```

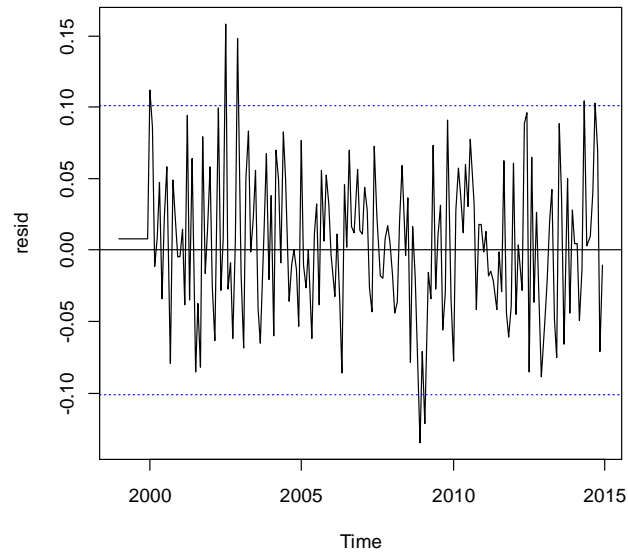


		tl	pr	tu
Jan	2015	3963.713	4384.232	4849.366
Feb	2015	3776.123	4218.348	4712.362
Mar	2015	4048.467	4698.805	5453.611
Apr	2015	3654.594	4402.104	5302.509
May	2015	3741.872	4672.745	5835.194
Jun	2015	3497.930	4523.839	5850.635
Jul	2015	3540.140	4736.885	6338.190
Aug	2015	3121.707	4317.350	5970.935
Sep	2015	3011.305	4300.519	6141.678
Oct	2015	3193.497	4705.155	6932.365
Nov	2015	2953.445	4485.277	6811.607
Dec	2015	2802.790	4383.556	6855.870

Validació del segon model:

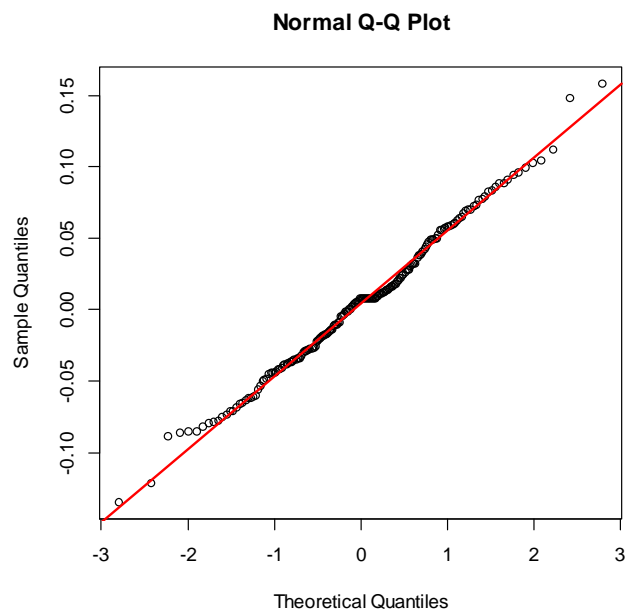
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



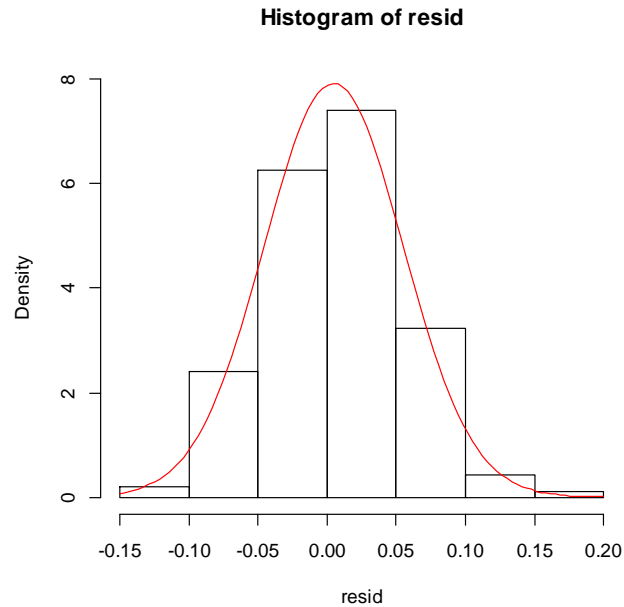
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



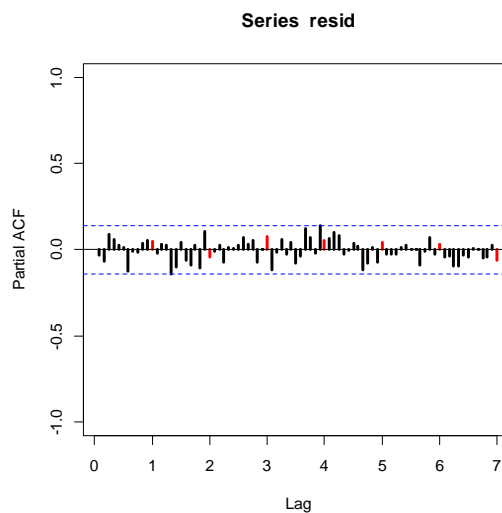
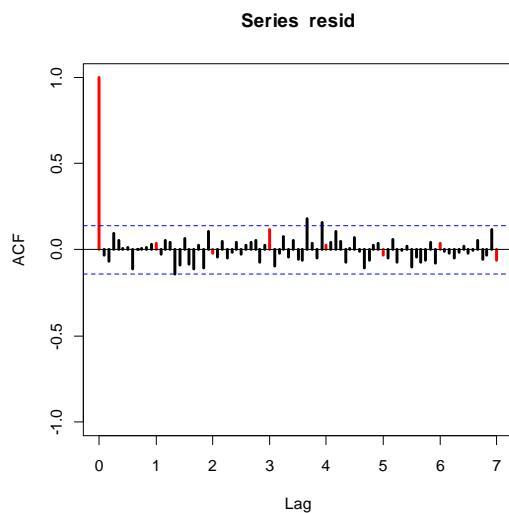
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,8),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



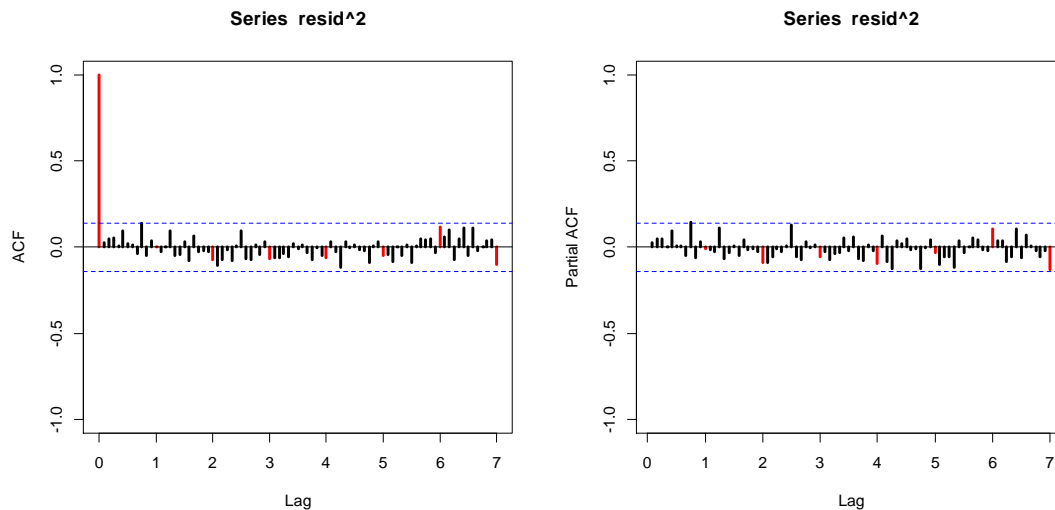
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



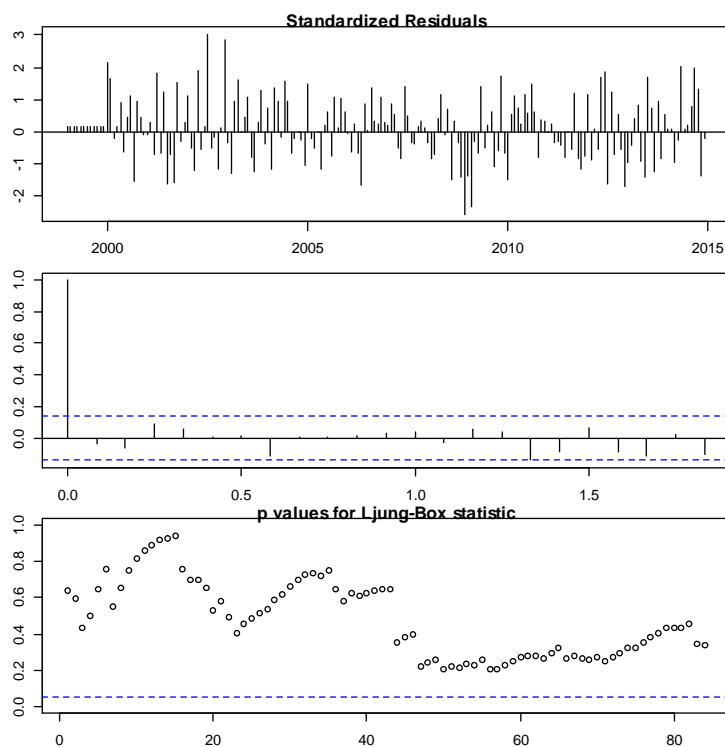
ACF i PACF dels residus al quadrat:

```
acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.15447706	0.38368181	0.31216184	0.32495201	0.31426544	0.31027329
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.30452750	0.29939090	0.29420001	0.28913855	0.28415314	-0.72053459
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.11999908	-0.11388752	-0.04703071	-0.06438630	-0.05819135	-0.05861205
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
-0.05720344	-0.05632916	-0.05532716	-0.05438240	-0.05344274	-0.05252240
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.05161704	-0.05072754	-0.04985329	-0.04899413	-0.04814977	-0.04731997
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
-0.04650446	-0.04570301	-0.04491537	-0.04414131	-0.04338058	-0.04263297

Expressió del model com un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
0.154477056	0.359818646	0.197308081	0.108194723	0.059329035	0.032533328
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
0.017839789	0.009782524	0.005364288	0.002941530	0.001613001	-0.998906866
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
0.154929843	0.360009535	0.197412756	0.108252122	0.059360510	0.032550588
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
0.017849253	0.009787714	0.005367134	0.002943091	0.001613856	-0.998697801
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
0.154897878	0.359934620	0.197371676	0.108229596	0.059348158	0.032543814
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
0.017845539	0.009785677	0.005366017	0.002942478	0.001613521	-0.998489434

Estacionarietat i invertibilitat:

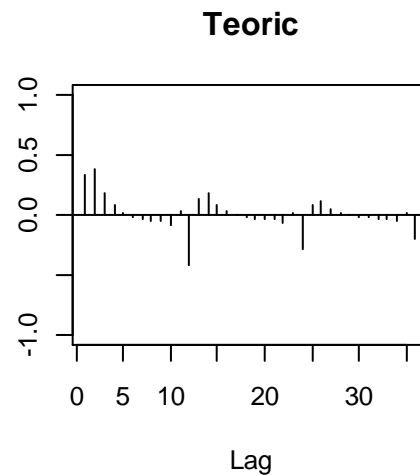
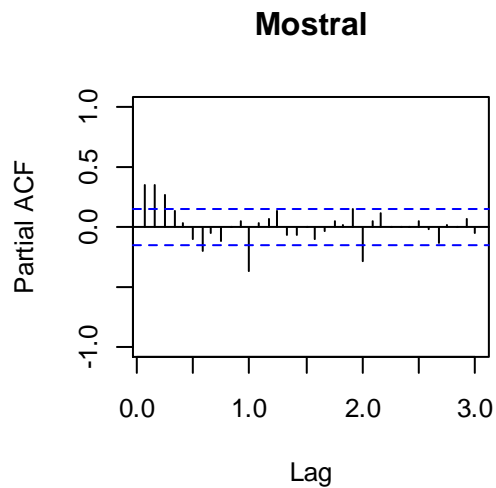
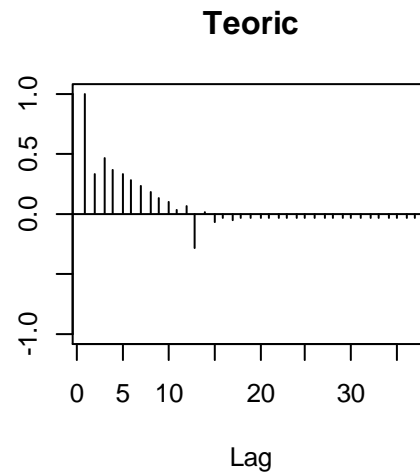
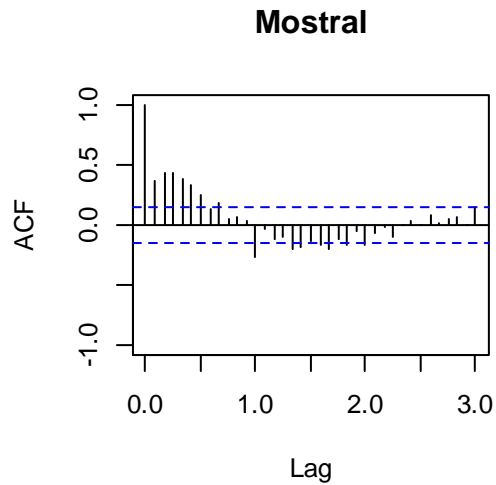
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.017536 3.572260
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.000017 1.000017 1.000017 1.000017 1.000017 1.000017 1.000017 1.000017  
[9] 1.000017 1.000017 1.000017 1.000017 1.823639
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapb,order=c(2,0,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod

mod2=arima(lnapb2,order=c(2,0,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnspb, order = c(2, 0, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      sma1
    0.7028  0.2751 -0.5484 -0.9998
s.e.    0.0997  0.0915  0.0801  0.1863
```

```
sigma^2 estimated as 0.002713: log likelihood = 260.27, aic = -510.55
```

```
Call:
arima(x = lnspb2, order = c(2, 0, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      sma1
    0.6857  0.2988 -0.5469 -0.9999
s.e.    0.0999  0.0938  0.0801  0.1261
```

```
sigma^2 estimated as 0.002694: log likelihood = 242.87, aic = -475.75
```

Capacitat de previsió:

```
pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnspb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(2013,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

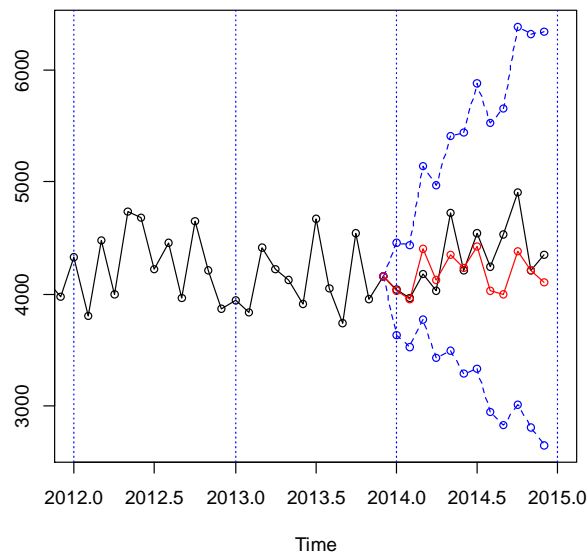
#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<-resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```



	tl	pr	tu	apb	error
Jan 2014	3633.913	4022.594	4452.848	4032.515	9.921089
Feb 2014	3520.059	3951.226	4435.206	3958.281	7.054663
Mar 2014	3769.333	4402.931	5143.032	4179.768	-223.163038
Apr 2014	3420.832	4123.400	4970.262	4026.236	-97.164334
May 2014	3488.721	4347.996	5418.912	4727.240	379.243541
Jun 2014	3290.251	4234.942	5450.870	4213.925	-21.016557
Jul 2014	3331.405	4427.419	5884.015	4546.121	118.702131
Aug 2014	2938.750	4030.679	5528.329	4245.940	215.260757
Sep 2014	2825.783	3998.293	5657.317	4532.197	533.903504
Oct 2014	3001.858	4379.907	6390.570	4911.255	531.348234
Nov 2014	2796.388	4205.673	6325.189	4209.817	4.144437
Dec 2014	2643.811	4096.922	6348.702	4349.621	252.699199

```
> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.04211391
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.5288614
```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
```

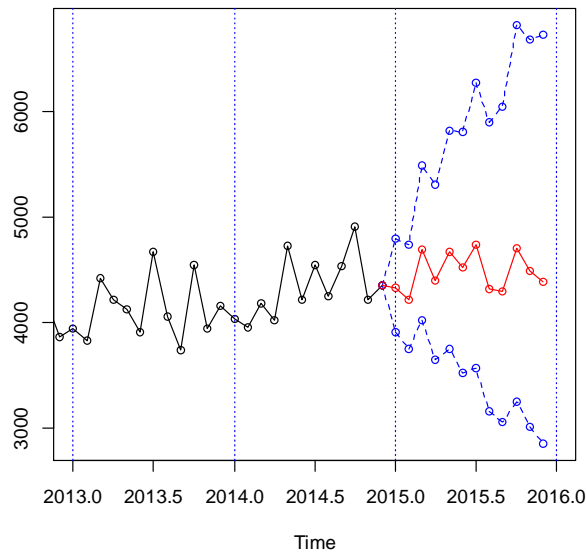
```

tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2011+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```



	tl	pr	tu
Jan 2015	3912.744	4332.160	4796.535
Feb 2015	3749.649	4215.444	4739.102
Mar 2015	4016.541	4692.918	5483.196
Apr 2015	3647.720	4397.416	5301.192
May 2015	3748.043	4667.750	5813.139
Jun 2015	3516.586	4519.307	5807.944
Jul 2015	3570.066	4732.437	6273.262
Aug 2015	3156.786	4313.676	5894.540
Sep 2015	3052.284	4297.180	6049.815
Oct 2015	3243.696	4702.358	6816.967
Nov 2015	3004.073	4481.977	6686.962
Dec 2015	2854.226	4380.279	6722.259

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el segon model:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(1,0,2)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B^{12}) \log X_t$$

$$(1 - 0.9699B)W_t = (1 - 0.8843B + 0.2894B^2)(1 - 0.997B^{12})Z_t$$

$$Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.002754)$$

Seria interessant buscar un altre model on les arrels de la part estacional no siguin tan propers a la unitat, es proposa com a model alternatiu el següent:

Call:

```
arima(x = lnapb, order = c(2, 0, 3), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ma1	ma2	ma3	sma1
	-0.0077	0.9469	0.1160	-0.5837	0.3002	-0.9190
s.e.	0.0393	0.0401	0.0953	0.0778	0.0885	0.1452

sigma^2 estimated as 0.00279: log likelihood = 262.04, **aic = -510.09**

Call:

```
arima(x = lnapb, order = c(2, 0, 3), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12), fixed = c(0, NA, 0, NA, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ma1	ma2	ma3	sma1
	0	0.9265	0	-0.5697	0.3719	-0.8858
s.e.	0	0.0536	0	0.0853	0.0612	0.1101

sigma^2 estimated as 0.002894: log likelihood = 261.19, **aic = -512.38**

Les arrels són també molt properes a la unitat tractant-se d'una sèrie amb un nivell d'estacionalitat lleu, però considerant el model amb només els paràmetres significatius dona un resultat prou interessant.

$$X_t \sim \text{ARIMA}(2,0,3)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B^{12})\log X_t$$

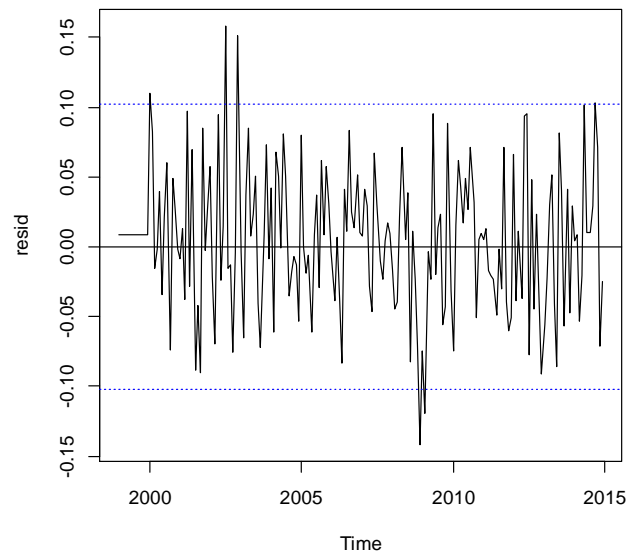
$$(1 - 0.9265B^2)W_t = (1 - 0.5697B^2 + 0.3719B^3)(1 - 0.8858B^{12})Z_t$$

$$Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.002894)$$

Validació del model:

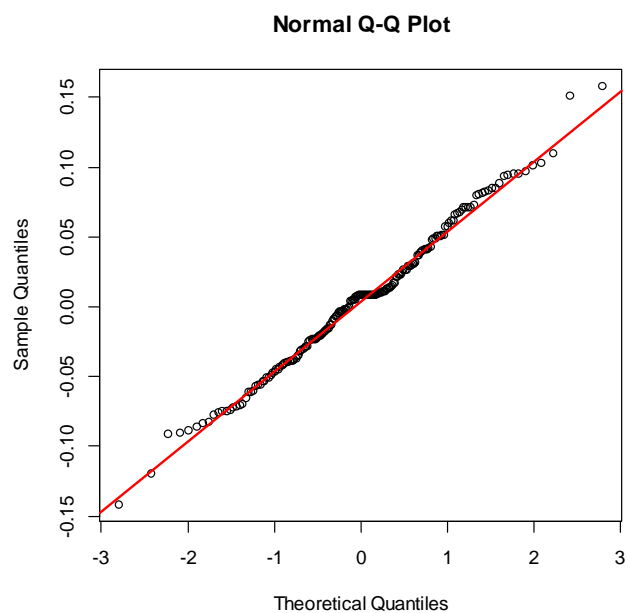
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



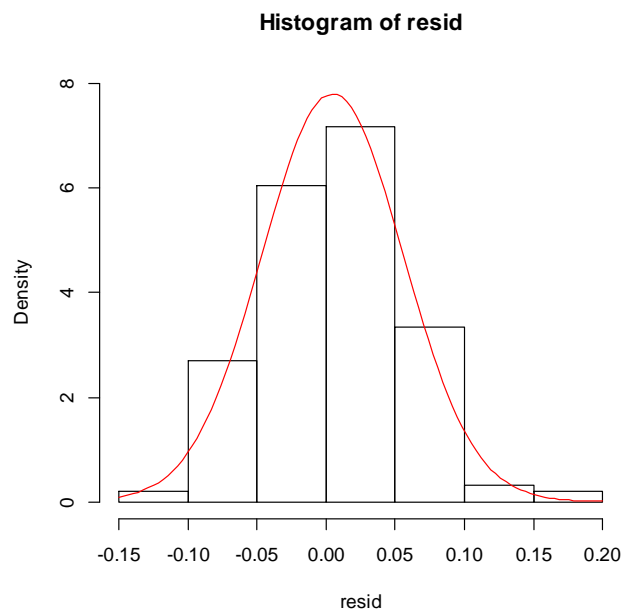
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



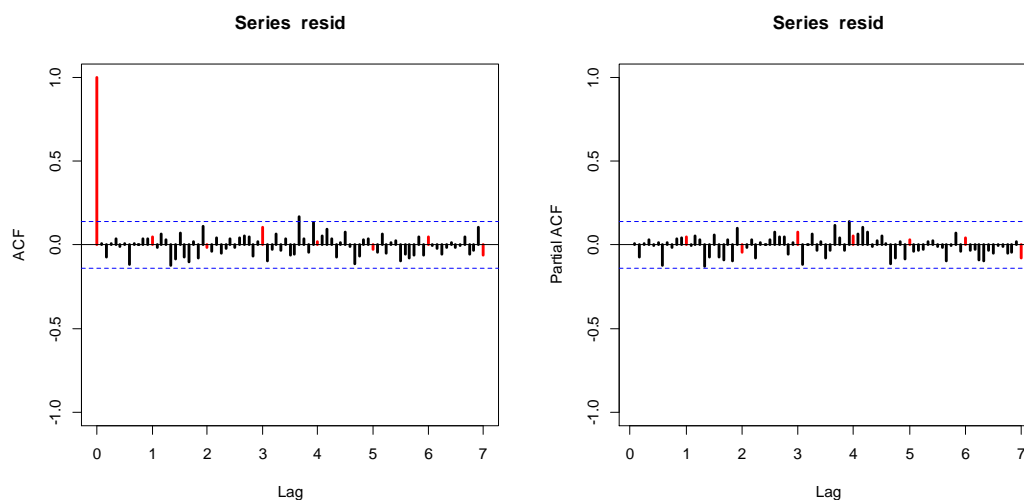
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,8),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



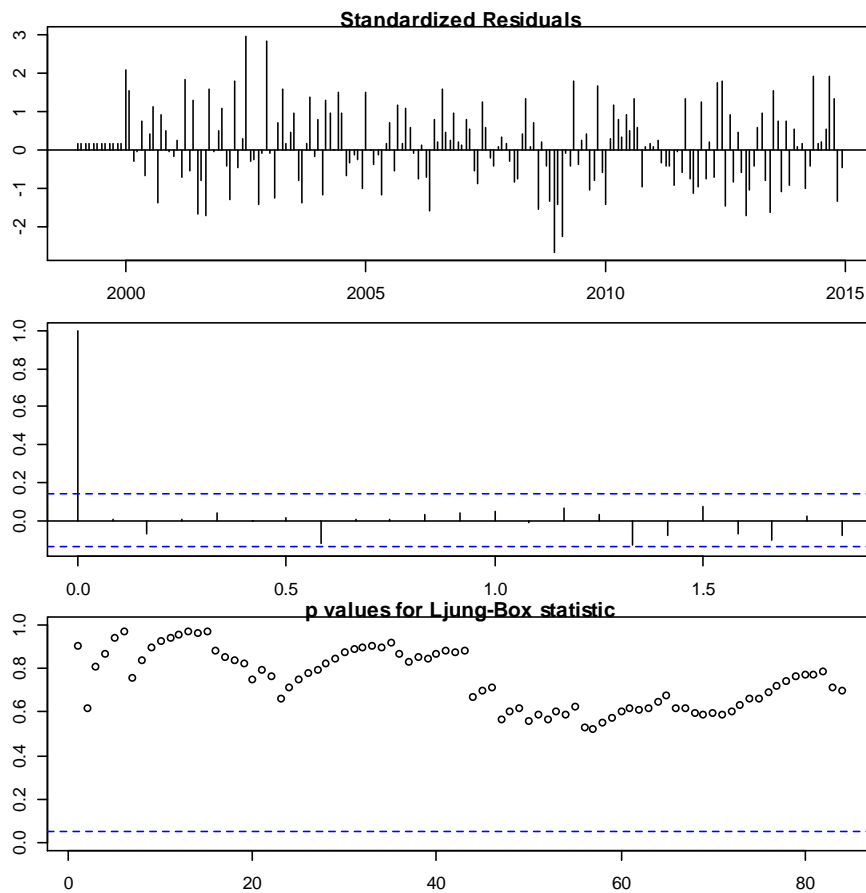
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.10838465	0.36239118	0.40006777	0.34010096	0.37623809	0.31917583
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.35383291	0.29953245	0.33276684	0.28109256	0.31295962	-0.65521708
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.19473035	-0.08550363	-0.09083766	-0.08027165	-0.08540364	-0.07535886
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
-0.08029553	-0.07074583	-0.07549375	-0.06641432	-0.07097990	-0.06234718
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.06673667	-0.05852831	-0.06274781	-0.05494260	-0.05899804	-0.05157584
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
-0.05547298	-0.04841470	-0.05215916	-0.04544665	-0.04904387	-0.04265992

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
0.108384652	0.350643945	0.322785711	0.134684467	0.067522597	-0.026119984
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
0.002012303	-0.035751341	0.013164849	-0.023000825	0.021086675	-0.938825149
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
0.121120008	0.301842030	0.317517634	0.102985563	0.082776753	-0.044812111
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
0.022601981	-0.053631191	0.032869997	-0.041905654	0.040150591	-0.883549123
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
0.132079241	0.256623138	0.312567876	0.073874434	0.096840768	-0.061951138
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
0.041539839	-0.070055479	0.050975770	-0.059279343	0.057666255	-0.832749111

Estacionarietat i invertibilitat:

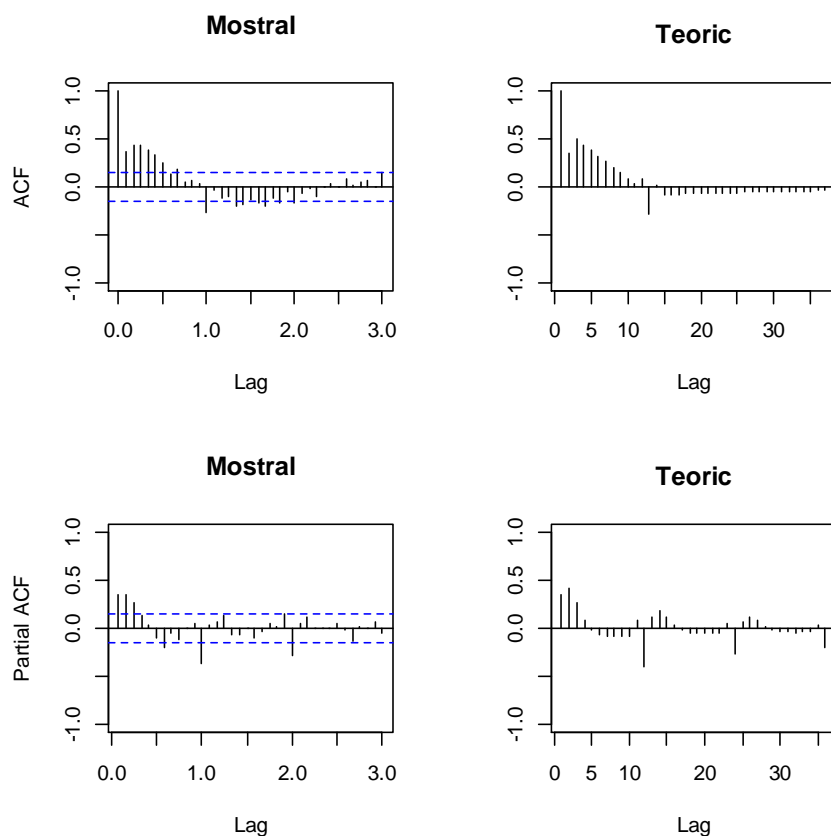
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.031683 1.023594
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.007064 1.007064 1.007064 1.007064 1.007064 1.007064 1.007064 1.007064  
[9] 1.007064 1.000009 1.007064 1.007064 1.007064 1.825098 1.825098
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapb,order=c(2,0,3),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod

mod2=arima(lnapb2,order=c(2,0,3),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnapb, order = c(2, 0, 3), seasonal = list(order = c(0, 1,
1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ma1	ma2	ma3	sma1
	-0.0077	0.9469	0.1160	-0.5837	0.3002	-0.9190
s.e.	0.0393	0.0401	0.0953	0.0778	0.0885	0.1452

```
sigma^2 estimated as 0.00279: log likelihood = 262.04, aic = -510.09
```

```
Call:
arima(x = lnspb2, order = c(2, 0, 3), seasonal = list(order = c(0, 1,
1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ar2          ma1          ma2          ma3          sma1
    -0.0060    0.9584    0.1119   -0.5843    0.3038   -0.9996
s.e.    0.0411    0.0416    0.0961    0.0843    0.0867    0.3445

sigma^2 estimated as 0.002602:  log likelihood = 244.47, aic = -474.93
```

Estabilitat del model tenint en compte quins paràmetre són significatius:

```
Call:
arima(x = dl2lnspb, order = c(2, 0, 3), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12), fixed = c(0, NA, 0, NA, NA, NA, NA))

Coefficients:
          ar1          ar2          ma1          ma2          ma3          sma1  intercept
           0    0.9280           0   -0.5748    0.3675   -0.8911           0.0064
s.e.         0    0.0505           0    0.0827    0.0616    0.1155           0.0085

sigma^2 estimated as 0.002876:  log likelihood = 261.53, aic = -511.07
```

```
Call:
arima(x = dl2lnspb2, order = c(2, 0, 3), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12), fixed = c(0, NA, 0, NA, NA, NA, NA))

Coefficients:
          ar1          ar2          ma1          ma2          ma3          sma1  intercept
           0    0.9377           0   -0.5686    0.3645   -0.9448           0.0044
s.e.         0    0.0528           0    0.0882    0.0661    0.2344           0.0082

sigma^2 estimated as 0.002777:  log likelihood = 243.81, aic = -475.62
```

Capacitat de previsió:

```
pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnspb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(20
13,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)
```

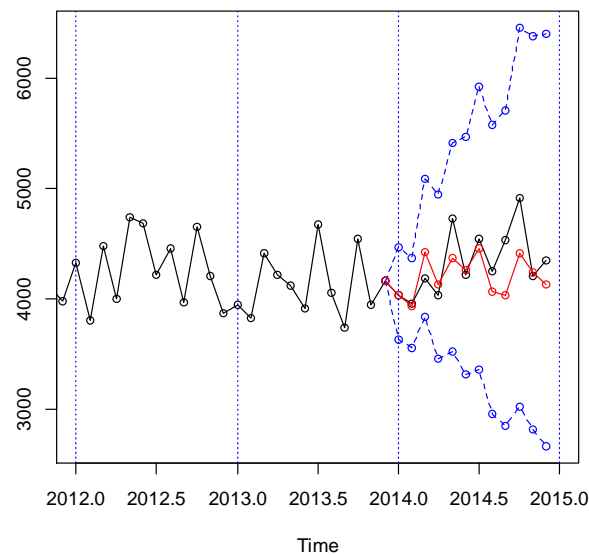
```

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



	tl	pr	tu	apb	error
Jan 2014	3633.482	4028.866	4467.273	4032.515	3.64947
Feb 2014	3551.113	3937.534	4366.003	3958.281	20.74739
Mar 2014	3836.281	4419.011	5090.257	4179.768	-239.24300
Apr 2014	3456.263	4134.009	4944.655	4026.236	-107.77277
May 2014	3523.804	4368.168	5414.857	4727.240	359.07185
Jun 2014	3315.410	4257.512	5467.319	4213.925	-43.58665
Jul 2014	3358.388	4459.692	5922.143	4546.121	86.42908
Aug 2014	2960.279	4063.329	5577.394	4245.940	182.61125
Sep 2014	2843.711	4027.941	5705.328	4532.197	504.25640
Oct 2014	3023.031	4416.920	6453.516	4911.255	494.33499
Nov 2014	2819.024	4242.025	6383.335	4209.817	-32.20782
Dec 2014	2665.311	4129.158	6396.980	4349.621	220.46324

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.03724649
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.5087247

```


Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

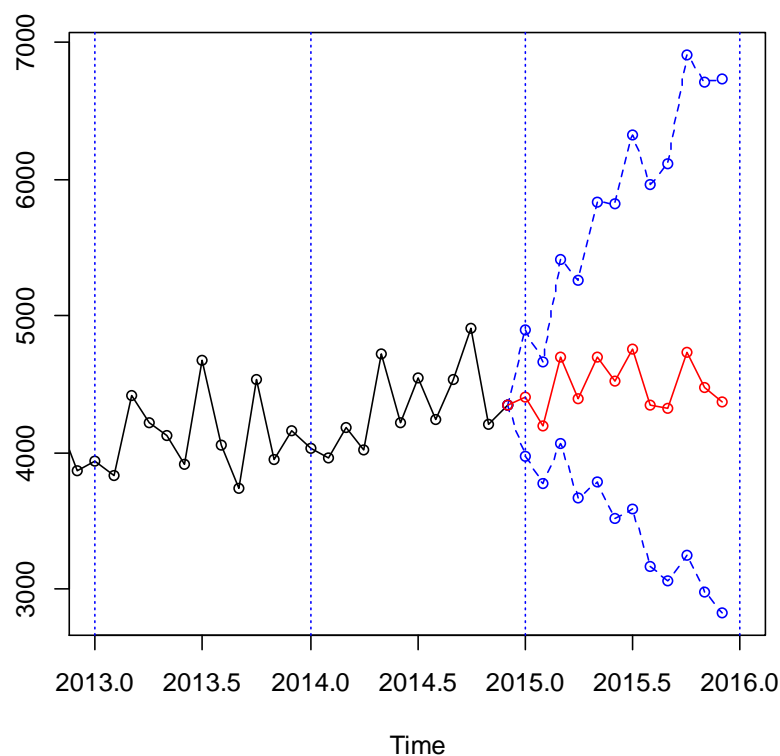
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2011+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	3970.125	4410.181	4899.014
Feb	2015	3781.049	4200.147	4665.699
Mar	2015	4073.408	4696.081	5413.939
Apr	2015	3666.481	4393.430	5264.510
May	2015	3788.105	4698.304	5827.203
Jun	2015	3520.079	4525.228	5817.394
Jul	2015	3586.126	4759.936	6317.958
Aug	2015	3167.375	4346.336	5964.132
Sep	2015	3058.799	4323.773	6111.879
Oct	2015	3249.268	4737.025	6905.988
Nov	2015	2985.854	4474.546	6705.474
Dec	2015	2832.803	4368.577	6736.954

Definició del model final sense considerar atípics:

```
Call:
arima(x = lnaph, order = c(2, 0, 3), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12), fixed = c(0, NA, 0, NA, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ma1	ma2	ma3	smal
	0	0.9265	0	-0.5697	0.3719	-0.8858
s.e.	0	0.0536	0	0.0853	0.0612	0.1101

sigma^2 estimated as 0.002894: log likelihood = 261.19, aic = -512.38

$$X_t \sim \text{ARIMA}(2,0,3)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B^{12})\log X_t$$

$$(1 - 0.9265B^2)W_t = (1 - 0.5697B^2 + 0.3719B^3)(1 - 0.8858B^{12})Z_t$$

$$Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.002894)$$

Estudi del model considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(mod,dif=c(0,12),crit=2.6,LS=T)
mod.atip$atip[,1]=mod.atip$atip[,1]+12
#S'estima el model per a la sèrie diferenciada d'ordre 12.

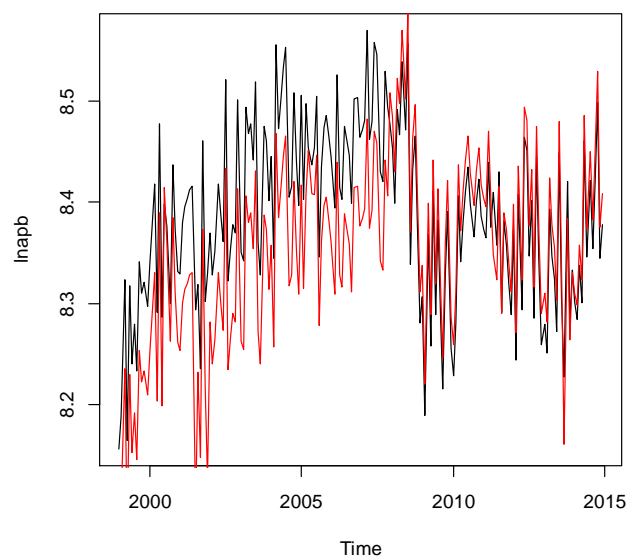
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],1999+((atipics[,1]-1)%/%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
3	1	LS	0.08786548	3.003991	Ene 1999	109.18412
2	19	TC	-0.10437328	2.964687	Jul 2000	90.08890
4	31	AO	0.11530736	2.815685	Jul 2001	112.22183
5	36	AO	0.11501868	2.871965	Dic 2001	112.18944
8	76	TC	-0.08536095	2.755864	Abr 2005	91.81808
1	108	LS	-0.11878969	3.812914	Dic 2007	88.79945
6	149	TC	0.09296876	2.845215	May 2011	109.74274
7	177	TC	0.09696062	2.703835	Sep 2013	110.18170

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.001952719
```

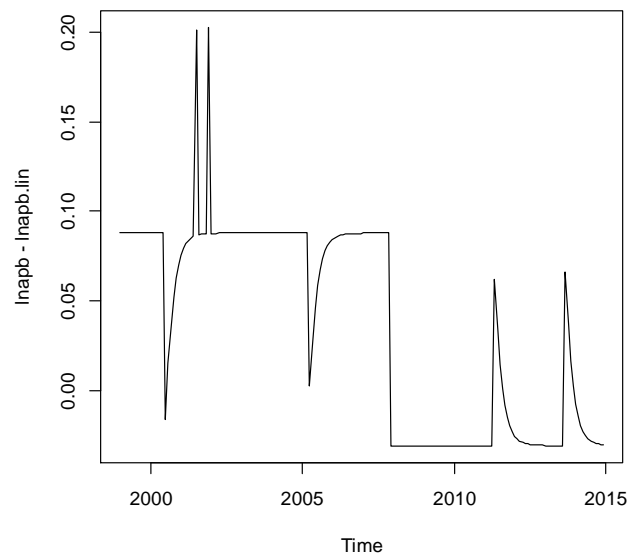
Linealització de la sèrie després d'aplicar logaritme:

```
lnapb.lin=lineal(lnapb,mod.atip$atip)
plot(lnapb)
lines(lnapb.lin,col=2)
```



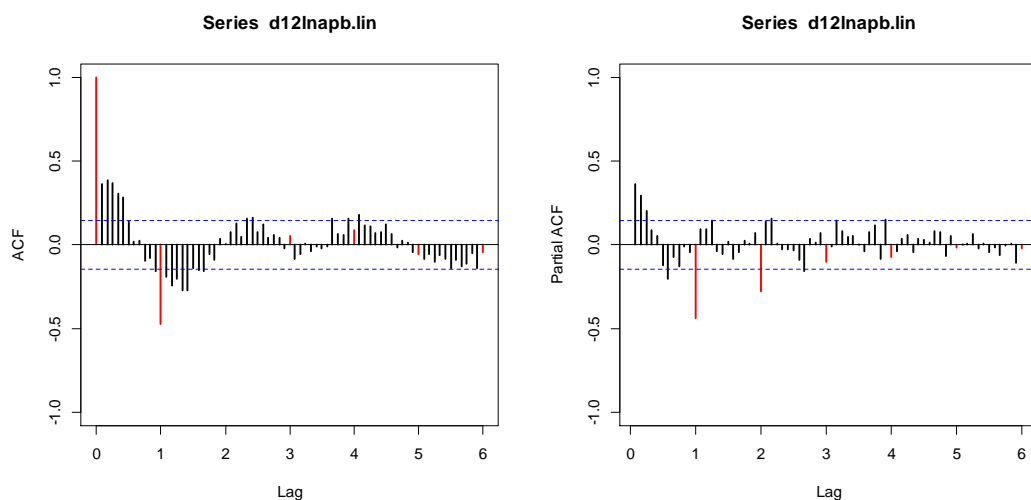
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapb-lnapb.lin)
```



Diferenciació estacional i gràfica ACF i PACF després de la diferenciació:

```
d12lnapb.lin=diff(lnapb.lin,12)
acf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Estudiant el model presentat sense atípics, cal dir que no és vàlid, per tant estudiant la sèrie linealitzada es pot presentar un nou model només tenint en compte la funció logaritme.

Model ARIMA:

```
mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(2,0,1))  
mod.lin
```

```
Call:  
arima(x = lnapt.lin, order = c(2, 0, 1))
```

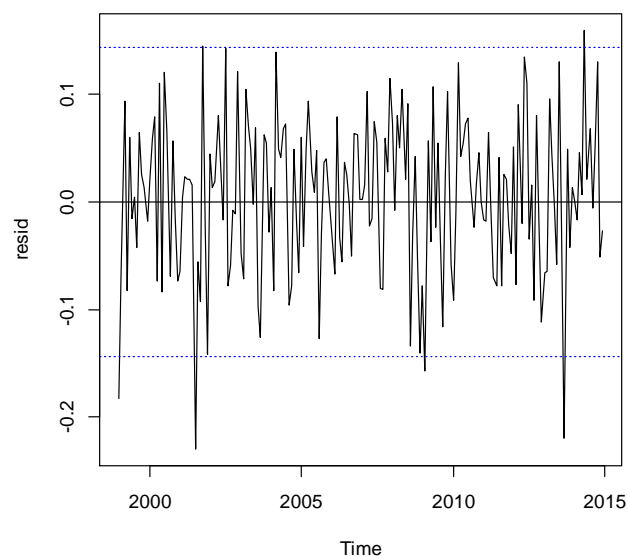
```
Coefficients:  
      ar1      ar2      ma1  intercept  
    0.7448  0.2071 -0.5900     8.3359  
s.e.  0.1078  0.0930  0.0931     0.0411
```

```
sigma^2 estimated as 0.005176:  log likelihood = 232.27, aic = -454.55
```

Validació:

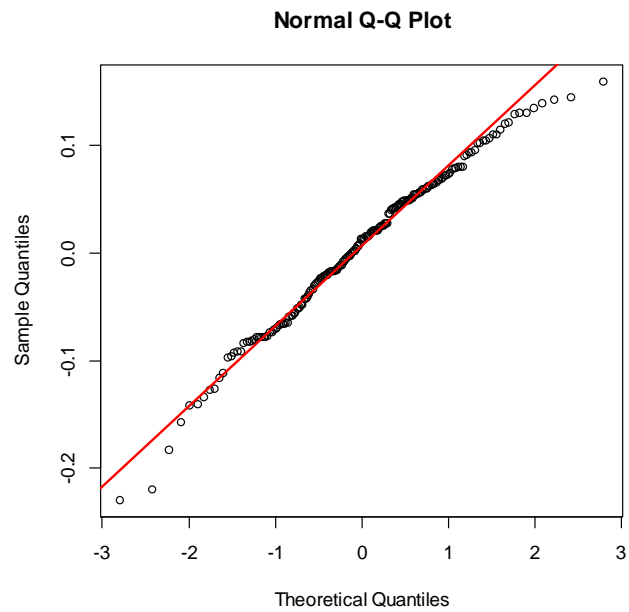
Gràfica del residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



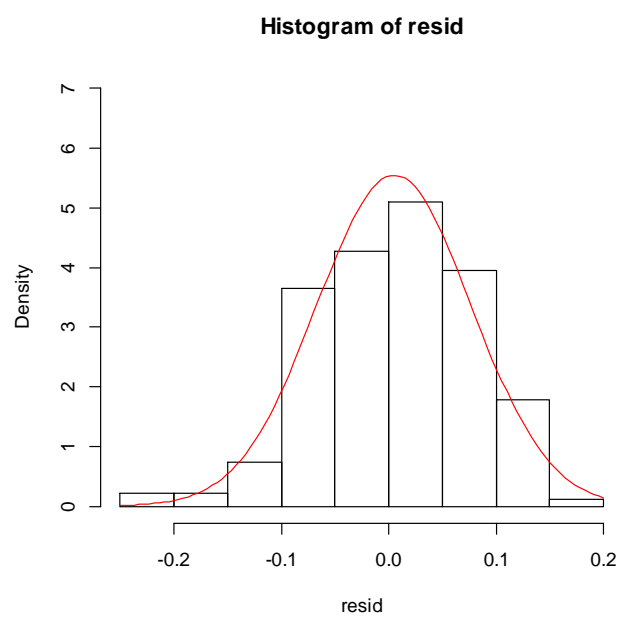
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



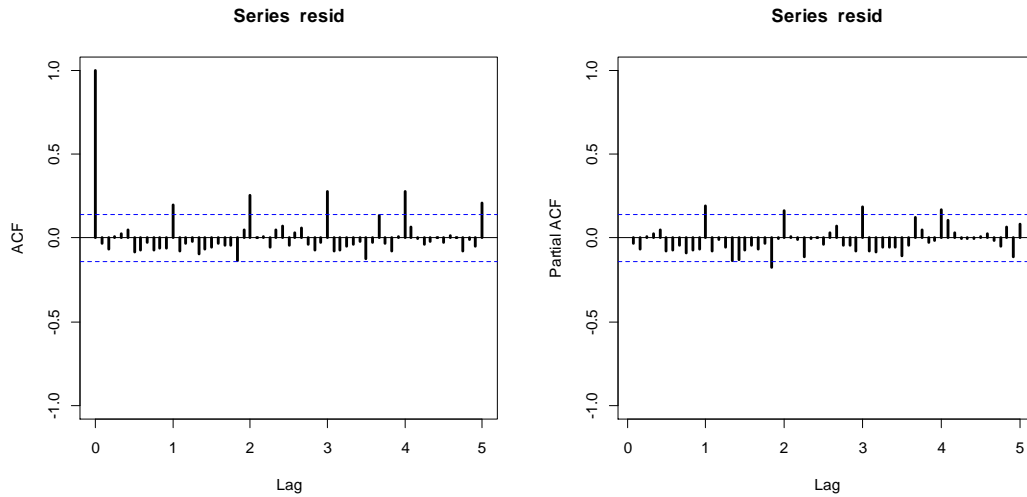
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,8),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



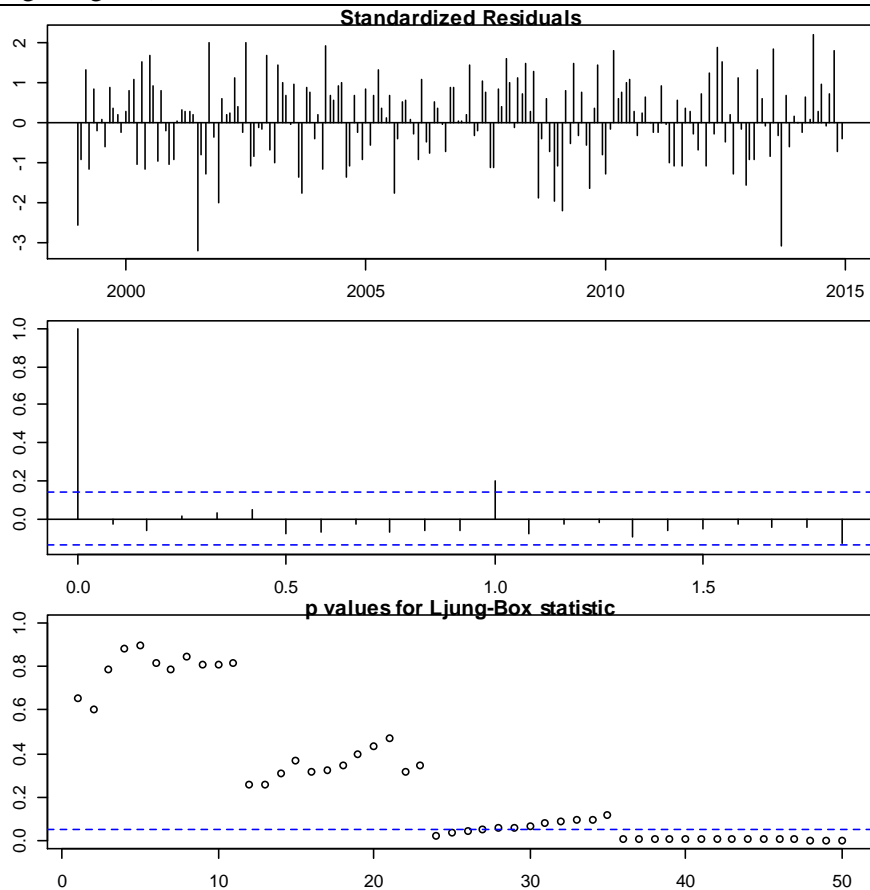
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

```
      psi 1      psi 2      psi 3      psi 4      psi 5      psi 6      psi 7
0.15478325 0.32242631 0.27221379 0.26953960 0.25714679 0.24736235 0.23750759
      psi 8      psi 9      psi 10     psi 11     psi 12     psi 13     psi 14
0.22814075 0.21912275 0.21046566 0.20214963 0.19416240 0.18649071 0.17912215
      psi 15     psi 16     psi 17     psi 18     psi 19     psi 20     psi 21
0.17204473 0.16524696 0.15871777 0.15244657 0.14642315 0.14063773 0.13508089
      psi 22     psi 23     psi 24     psi 25     psi 26     psi 27     psi 28
0.12974362 0.12461723 0.11969340 0.11496411 0.11042168 0.10605874 0.10186818
      psi 29     psi 30     psi 31     psi 32     psi 33     psi 34     psi 35
0.09784320 0.09397725 0.09026405 0.08669757 0.08327200 0.07998178 0.07682157
      psi 36
0.07378622
```

Expressió del model com un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5      pi 6
1.547833e-01 2.984685e-01 1.761097e-01 1.039125e-01 6.131303e-02 3.617742e-02
      pi 7      pi 8      pi 9      pi 10     pi 11     pi 12
2.134629e-02 1.259526e-02 7.431763e-03 4.385071e-03 2.587387e-03 1.526674e-03
      pi 13     pi 14     pi 15     pi 16     pi 17     pi 18
9.008054e-04 5.315153e-04 3.136177e-04 1.850484e-04 1.091868e-04 6.442506e-05
      pi 19     pi 20     pi 21     pi 22     pi 23     pi 24
3.801365e-05 2.242975e-05 1.323455e-05 7.808973e-06 4.607642e-06 2.718714e-06
      pi 25     pi 26     pi 27     pi 28     pi 29     pi 30
1.604162e-06 9.465271e-07 5.584931e-07 3.295358e-07 1.944408e-07 1.147287e-07
      pi 31     pi 32     pi 33     pi 34     pi 35     pi 36
6.769505e-08 3.994309e-08 2.356820e-08 1.390629e-08 8.205329e-09 4.841509e-09
```

Estacionarietat i invertibilitat:

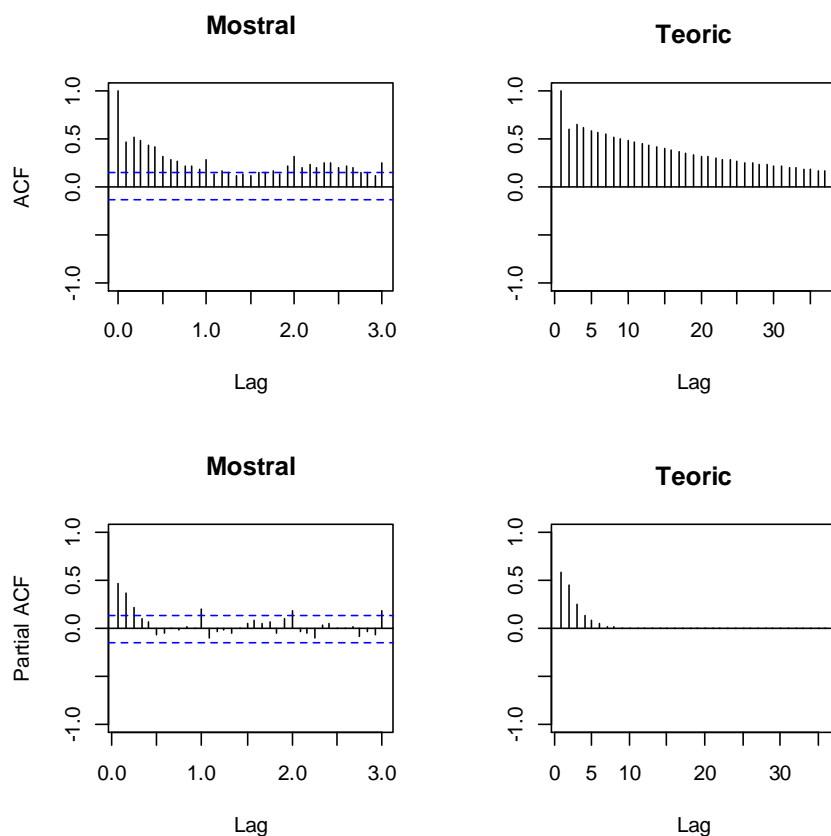
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.041137 4.636916
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 1.694787
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```

Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
lnapb2.lin=window(lnapb.lin,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(2,0,1))
mod.lin

mod2.lin=arima(lnapb2.lin,order=c(2,0,1))
mod2.lin
```

```
Call:
arima(x = lnapt.lin, order = c(2, 0, 1))
```

```
Coefficients:
      ar1      ar2      ma1  intercept
    0.7448  0.2071 -0.5900     8.3359
s.e.    0.1078  0.0930  0.0931     0.0411
```

```
sigma^2 estimated as 0.005176:  log likelihood = 232.27, aic = -454.55
```

```

Call:
arima(x = lnapt2.lin, order = c(2, 0, 1))

Coefficients:
      ar1      ar2      ma1  intercept
    0.7661  0.192  -0.6193     8.3202
s.e.    0.1090  0.096   0.0920     0.0466

sigma^2 estimated as 0.005205:  log likelihood = 217.19, aic = -424.37

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2.lin,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(20
13,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

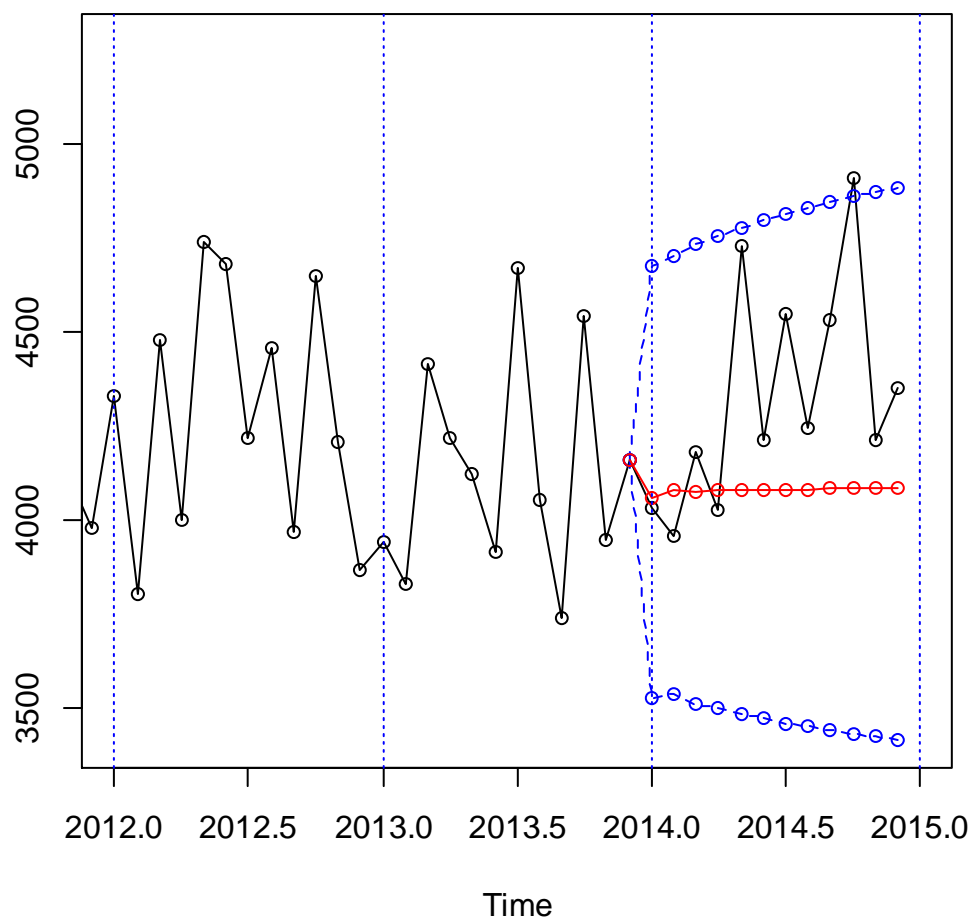
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2007,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apb	error
Jan	2014	3523.799	4059.052	4675.608	4032.515	-26.53677
Feb	2014	3534.802	4077.908	4704.458	3958.281	-119.62651
Mar	2014	3510.321	4075.445	4731.547	4179.768	104.32330
Apr	2014	3496.010	4077.185	4754.974	4026.236	-50.94915
May	2014	3481.763	4078.046	4776.449	4727.240	649.19393
Jun	2014	3469.200	4079.040	4796.083	4213.925	134.88485
Jul	2014	3457.795	4079.967	4814.089	4546.121	466.15370
Aug	2014	3447.470	4080.869	4830.640	4245.940	165.07125
Sep	2014	3438.091	4081.738	4845.881	4532.197	450.45938
Oct	2014	3429.557	4082.577	4859.938	4911.255	828.67841
Nov	2014	3421.776	4083.386	4872.921	4209.817	126.43062
Dec	2014	3414.673	4084.168	4884.928	4349.621	265.45293

```

> mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.lin.EQM
[1] 0.07662467
> mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.lin.EAM
[1] 0.7443546

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod.lin,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

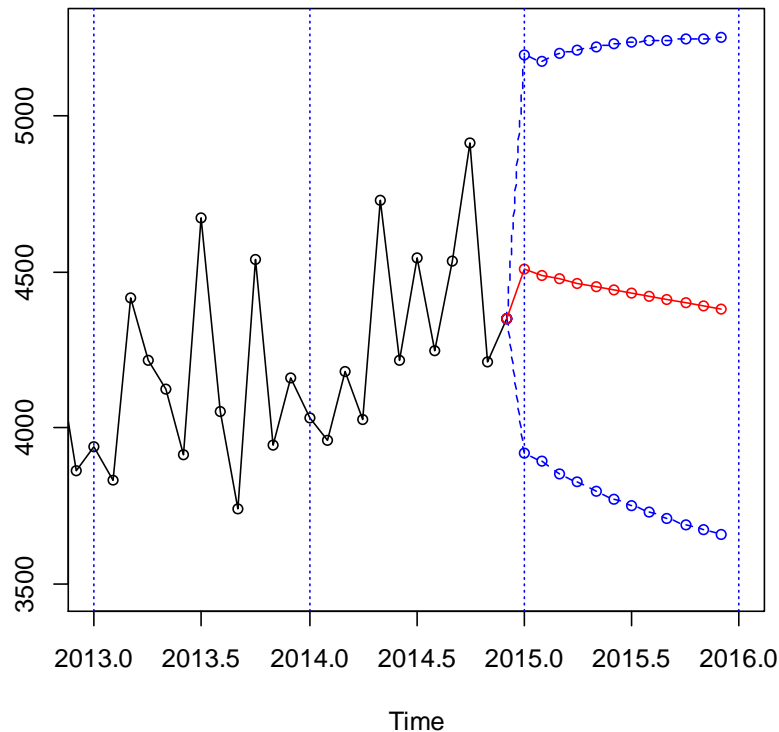
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	3917.350	4510.566	5193.614
Feb	2015	3891.362	4488.172	5176.514
Mar	2015	3854.340	4477.005	5200.261
Apr	2015	3824.671	4464.101	5210.434
May	2015	3796.968	4452.215	5220.539
Jun	2015	3771.762	4440.728	5228.342
Jul	2015	3748.597	4429.744	5234.659
Aug	2015	3727.271	4419.214	5239.613
Sep	2015	3707.577	4409.126	5243.421
Oct	2015	3689.351	4399.457	5246.241
Nov	2015	3672.446	4390.191	5248.212
Dec	2015	3656.737	4381.309	5249.452

Model final amb atípics:

$X_t \sim \text{ARMA}(2,1)$ amb constant

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^8 \omega_i I_i(t)$$

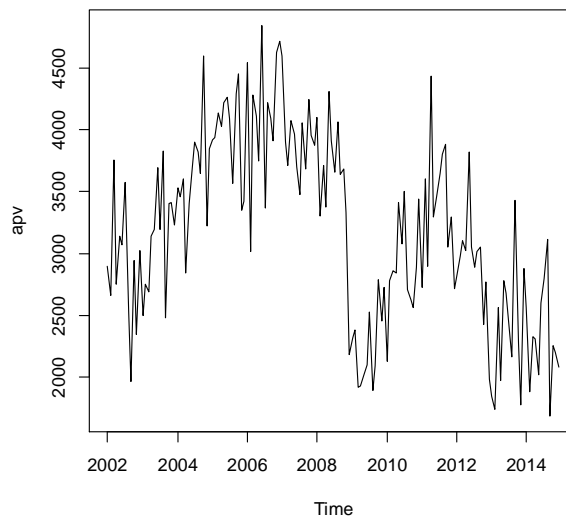
$$W_{lin_t} = \log X_{lin_t} - 8.3359$$

$$(1 - 0.7448B - 0.2071B^2)W_{lin_t} = (1 - 0.59B)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.005176)$$

3.6. Port de Taranto: Sèrie de dades de gener de 2002 a desembre de 2014.

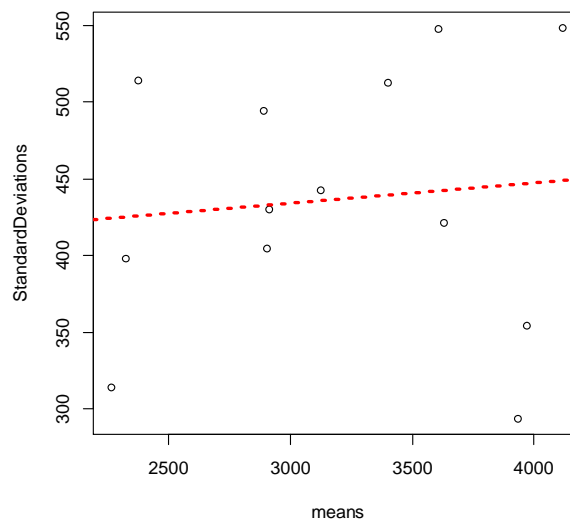
Lectura i gràfica de les dades:

```
apv=ts(read.table("Taranto2015.txt")[,1]/1000,start=2002,freq=12)  
plot(apv)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apv)%/%12*12  
m=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,mean)  
s=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,sd)  
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")  
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)  
summary(lm(s~m))
```



```

Call:
lm(formula = s ~ m)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-152.448  -28.502   -2.704   73.434  105.250

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 394.23865   127.21462    3.099   0.0101 *
m             0.01323    0.03916    0.338   0.7419
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 87.34 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.01027,    Adjusted R-squared:  -0.07971
F-statistic: 0.1141 on 1 and 11 DF,  p-value: 0.7419

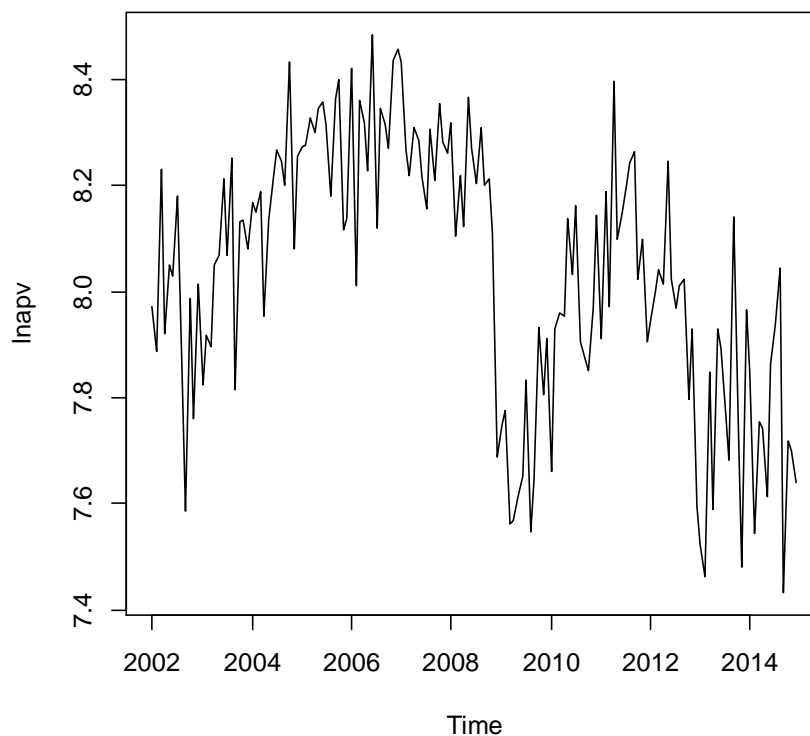
```

Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

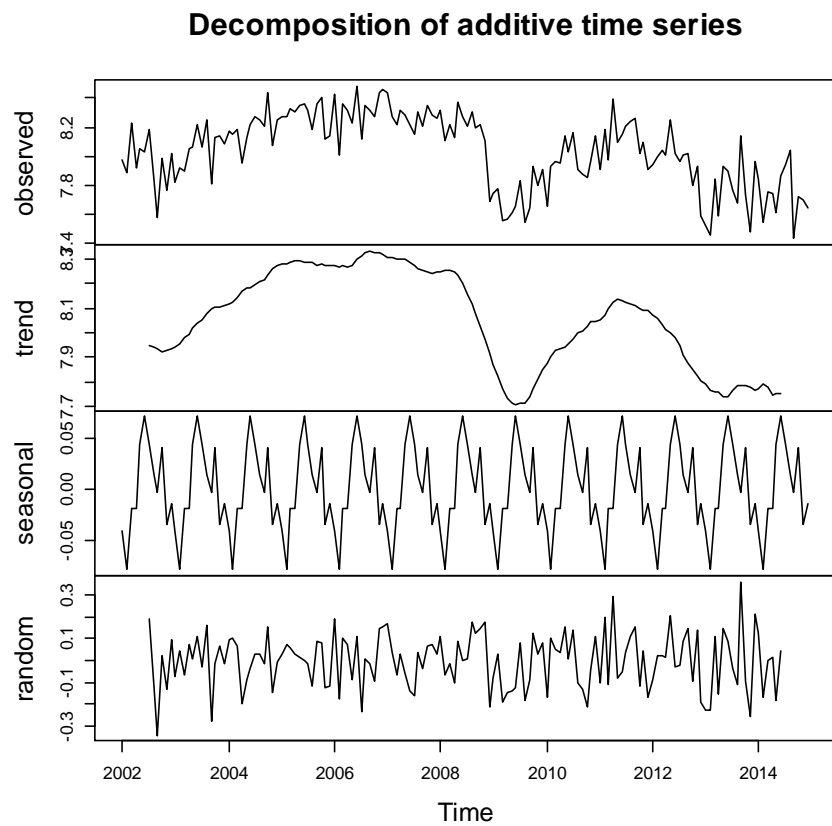
```

lnapv=log(apv)
plot(lnapv)

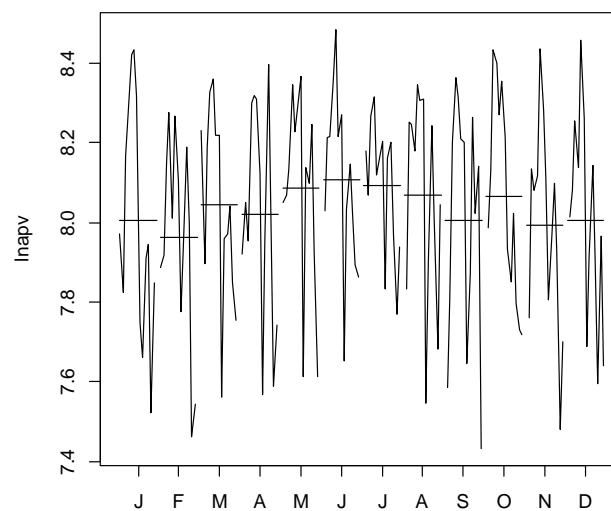
```



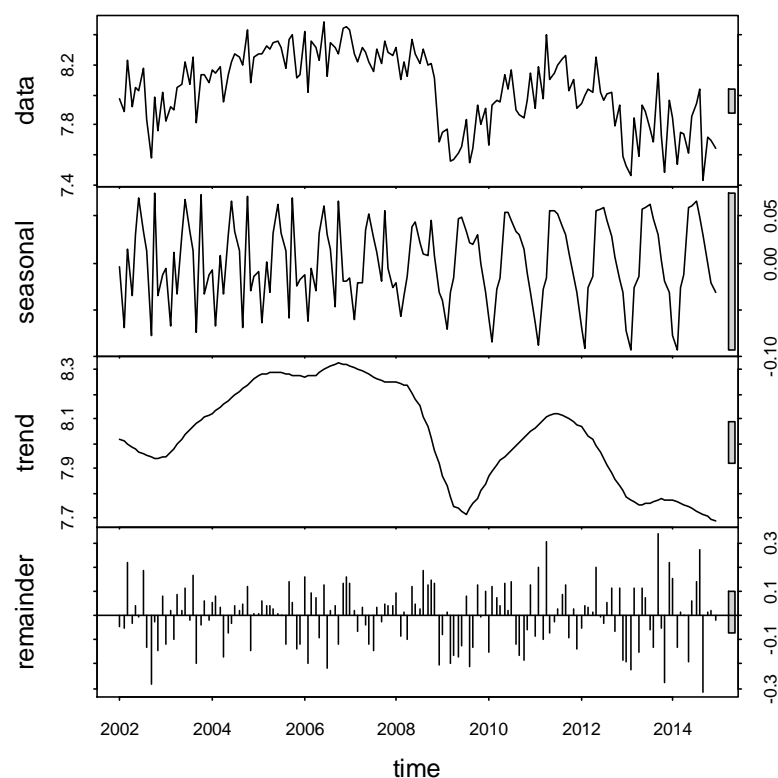
```
plot(decompose(lnapv))
```



```
monthplot(lnapv)
```




```
plot(stl(lnapv,s.window=12))
```

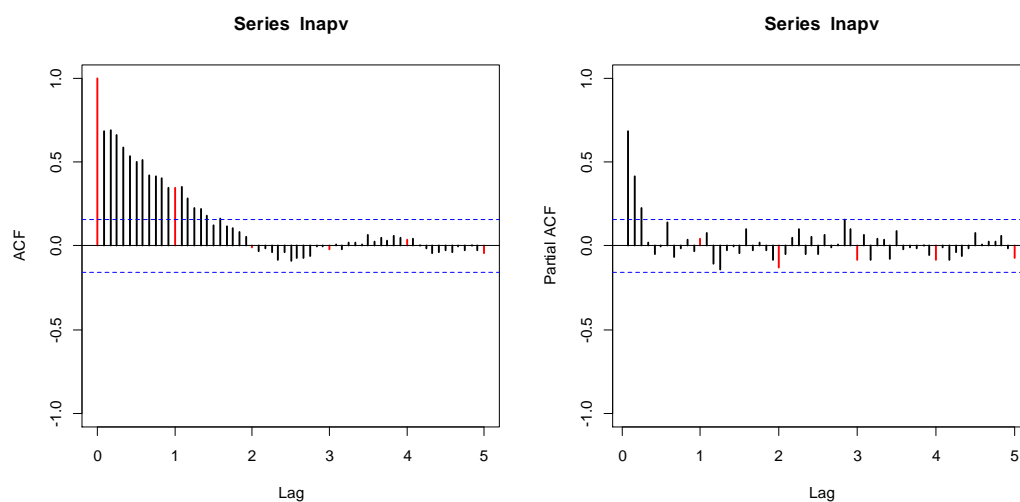


Del gràfic decompose es dedueix una component estacional negligible.

Es tractarà d'un model ARMA.

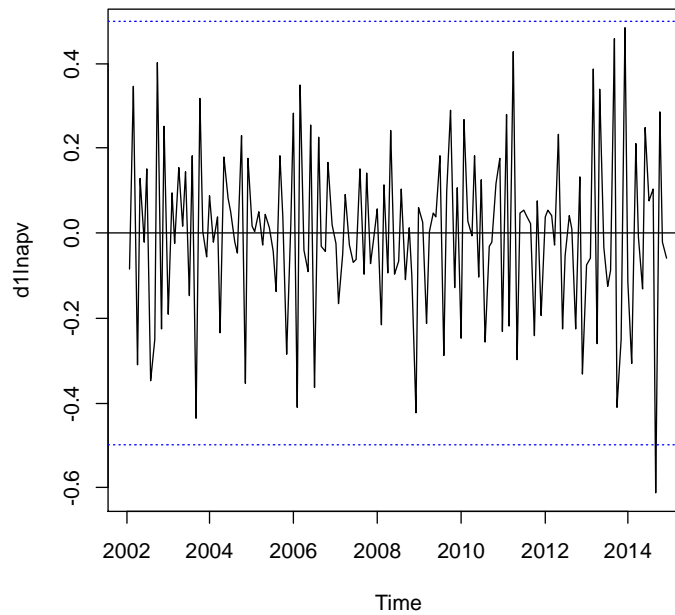
Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

```
acf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
win.graph()
pacf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
```



Diferenciació regular:

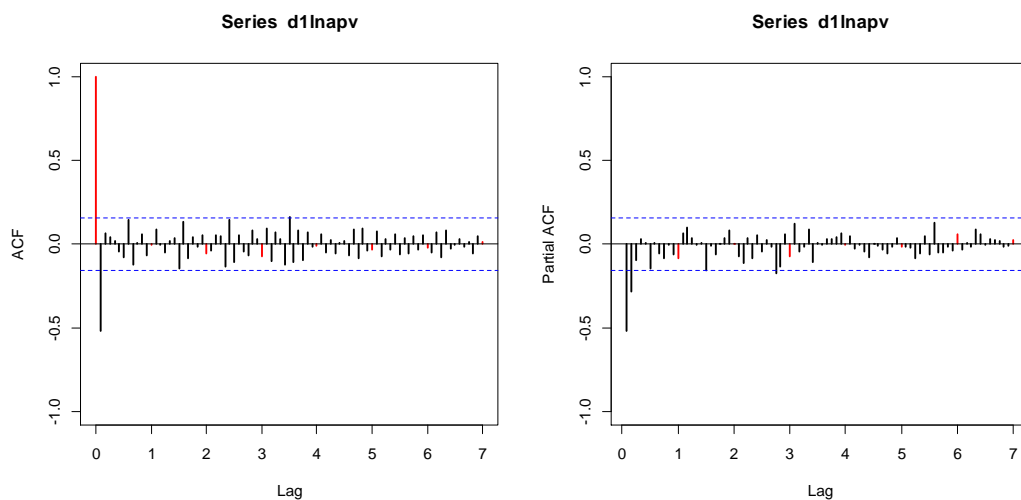
```
d1lnapv=diff(lnapv)
plot(d1lnapv)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapv),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapv),col=4,lty=3)
```



S'observen situacions relacionades amb atípics.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

```
acf(d1lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
win.graph()
pacf(d1lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
```



Càlcul de variàncies:

```
var(lnapv)
var(d1lnapv)
```

```
var(lnapv)
0.06210036
var(d1lnapv)
0.03859366
```

S'ha de treballar amb la diferenciació regular donada que la variància després de dita diferenciació és molt més petita que treballant només amb la transformació logaritme. Els models no tindran constant.

Possibles models sense constant: AR(2), MA(1).

Model AR(2):

```
Call:
arima(x = lnapv, order = c(2, 1, 0))
```

```
Coefficients:
          ar1      ar2
      -0.6679  -0.2862
s.e.      0.0769   0.0773
```

```
sigma^2 estimated as 0.02562:  log likelihood = 63.81,  aic = -121.62
```

Model MA(1)

```
Call:
arima(x = lnapv, order = c(0, 1, 1))
```

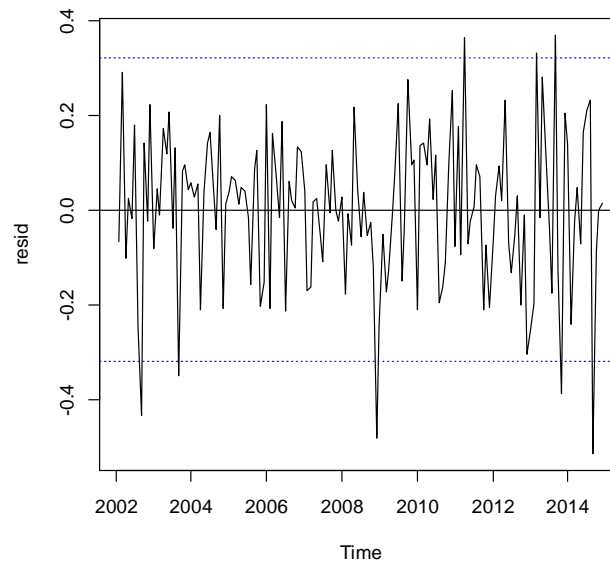
```
Coefficients:
          ma1
      -0.6193
s.e.      0.0606
```

```
sigma^2 estimated as 0.02599:  log likelihood = 62.71,  aic = -121.42
```

Validació del primer model:

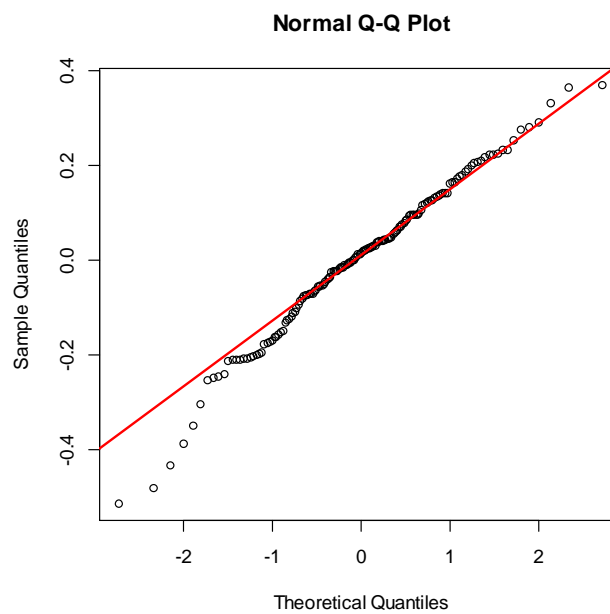
Gràfica dels residus:

```
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



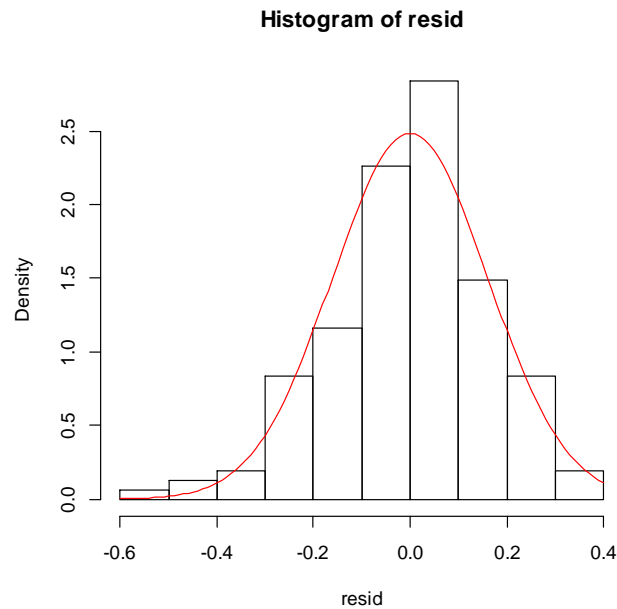
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



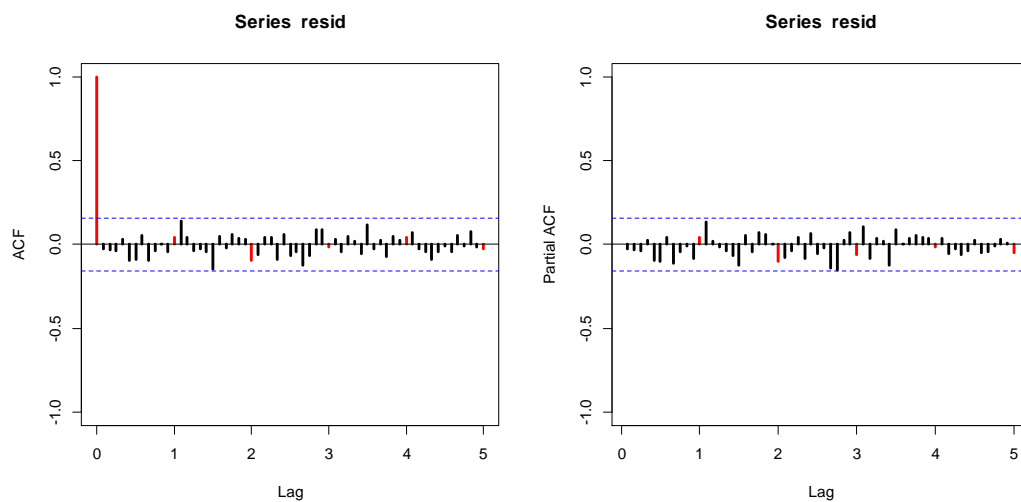
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



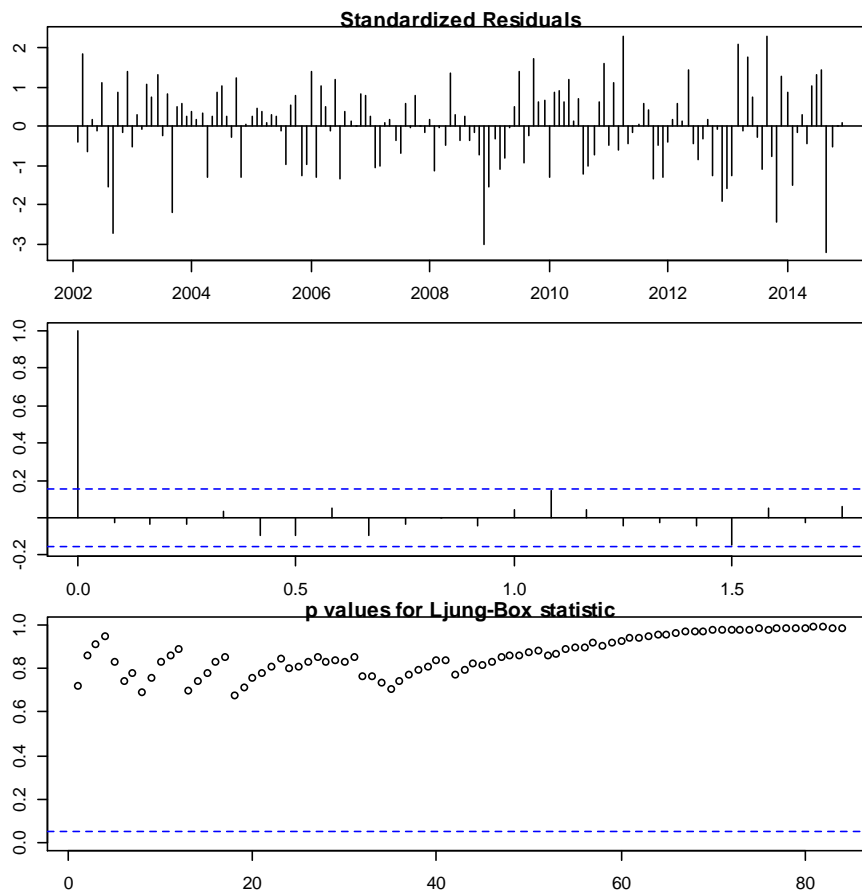
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)  
names(psis)=paste("psi",1:36)  
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5
-6.682697e-01	1.598607e-01	8.477868e-02	-1.024909e-01	4.418349e-02
psi 6	psi 7	psi 8	psi 9	psi 10
-1.399288e-04	-1.257494e-02	8.443575e-03	-2.037051e-03	-1.059673e-03
psi 11	psi 12	psi 13	psi 14	psi 15
1.292218e-03	-5.597170e-04	3.532277e-06	1.581236e-04	-1.066820e-04
psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20
2.595457e-05	1.324360e-05	-1.629209e-05	7.090254e-06	-6.687453e-08
psi 21	psi 22	psi 23	psi 24	psi 25
-1.988254e-06	1.347864e-06	-3.306574e-07	-1.654962e-07	2.054034e-07
psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-8.981320e-08	1.125411e-09	2.499949e-08	-1.702909e-08	4.212075e-09
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
2.067840e-09	-2.589576e-09	1.137637e-09	-1.775536e-11	-3.143221e-10
psi 36				
2.151428e-10				

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5      pi 6      pi 7
-0.6682697 -0.2867237 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
      pi 8      pi 9      pi 10     pi 11     pi 12     pi 13     pi 14
0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
      pi 15     pi 16     pi 17     pi 18     pi 19     pi 20     pi 21
0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
      pi 22     pi 23     pi 24     pi 25     pi 26     pi 27     pi 28
0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
      pi 29     pi 30     pi 31     pi 32     pi 33     pi 34     pi 35
0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
      pi 36
0.0000000
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
```

```
[1] 1.867533 1.867533
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

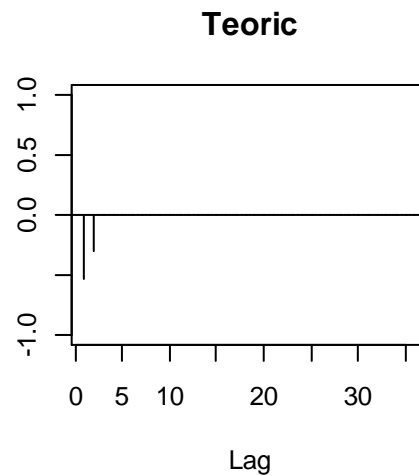
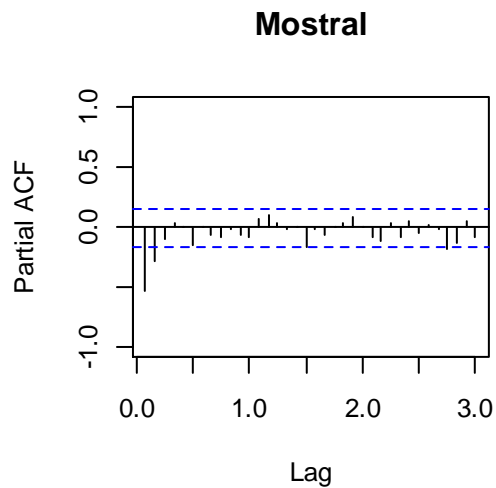
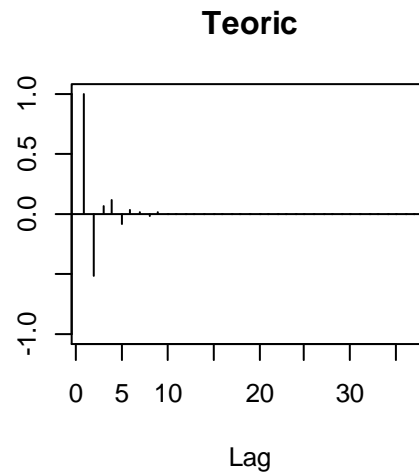
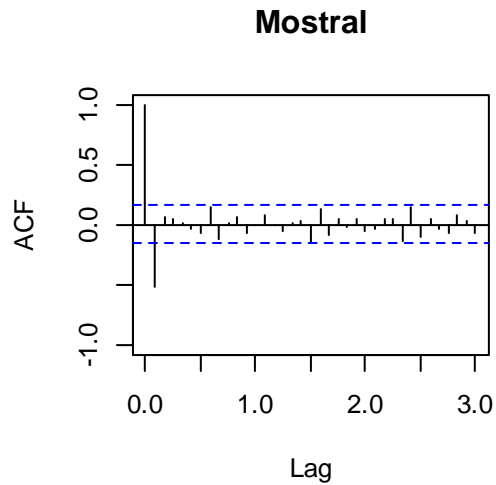
```
numeric(0)
```

Comparació d'ACF i PACF mostrat i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-
1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapv2=window(lnapv,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapv,order=c(2,1,0))
mod

mod2=arima(lnapv2,order=c(2,1,0))
mod2
```



```

Call:
arima(x = ln timer, order = c(2, 1, 0))

Coefficients:
          ar1          ar2
      -0.6679   -0.2862
s.e.    0.0769    0.0773

sigma^2 estimated as 0.02562:  log likelihood = 63.81,  aic = -121.62

Call:
arima(x = ln timer2, order = c(2, 1, 0))

Coefficients:
          ar1          ar2
      -0.6832   -0.2549
s.e.    0.0822    0.0833

sigma^2 estimated as 0.02433:  log likelihood = 62.54,  aic = -119.08

```

Capacitat de previsió:

```

pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-c(ln timer2[length(ln timer2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

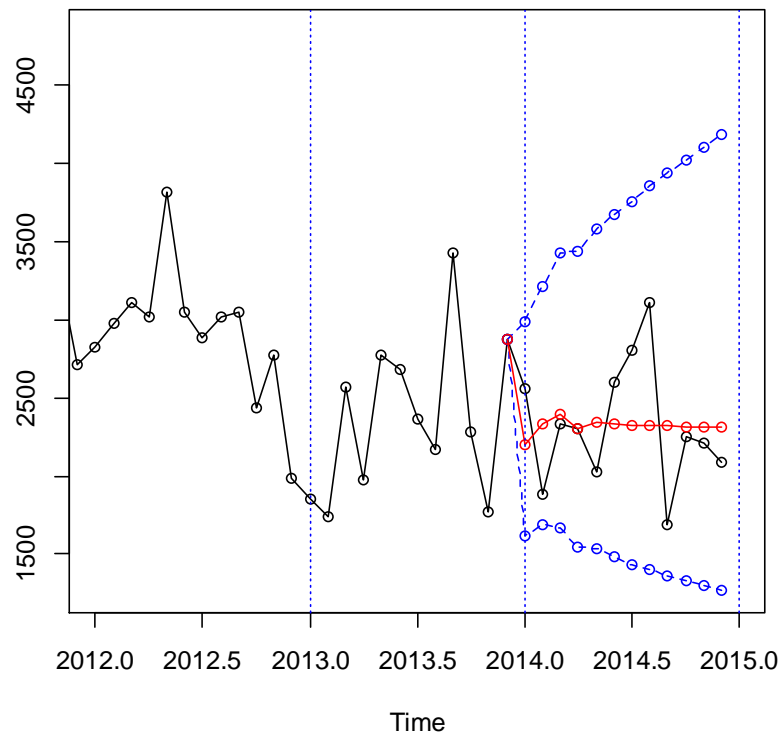
#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apv,error=apv-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apv	error
Jan	2014	1618.965	2197.819	2983.641	2562.807	364.9875061
Feb	2014	1690.114	2328.906	3209.134	1886.443	-442.4627913
Mar	2014	1669.955	2391.139	3423.774	2329.474	-61.6651444
Apr	2014	1550.519	2307.181	3433.099	2306.655	-0.5264817
May	2014	1532.327	2341.558	3578.148	2023.329	-318.2291683
Jun	2014	1481.927	2332.463	3671.156	2597.795	265.3316030
Jul	2014	1437.128	2323.085	3755.212	2801.961	478.8763401
Aug	2014	1402.963	2325.032	3853.113	3112.832	787.8002126
Sep	2014	1366.045	2319.332	3937.865	1691.159	-628.1725170
Oct	2014	1333.161	2315.978	4023.335	2252.716	-63.2620184
Nov	2014	1302.407	2312.981	4107.688	2206.918	-106.0632732
Dec	2014	1272.902	2309.153	4189.001	2082.987	-226.1664832

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.3572841
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 1.643237

```

Previsió a llarg termini:

```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv,pred$pred)),start=c(2002,1),freq=12),start=c(2014,12))

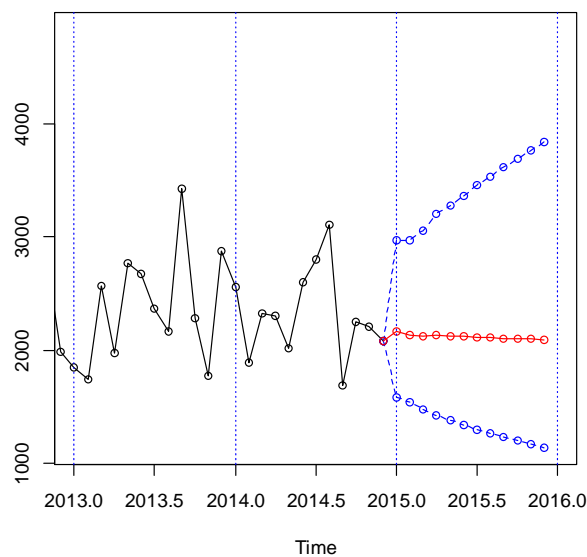
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:12,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
resul
```

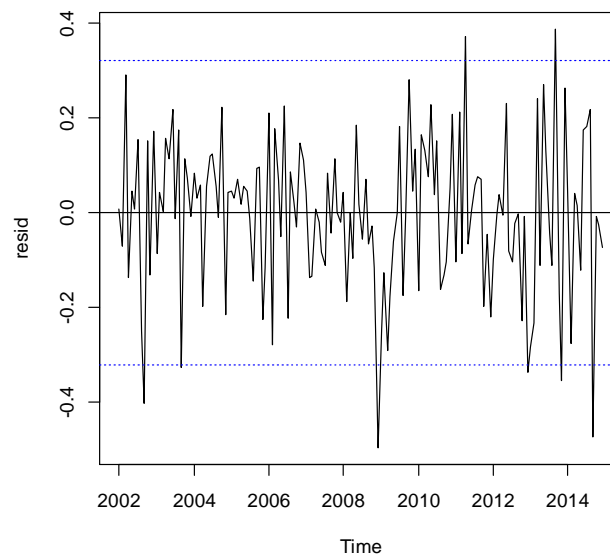


		tl	pr	tu
Jan	2015	1585.279	2169.272	2968.399
Feb	2015	1536.456	2138.097	2975.326
Mar	2015	1476.084	2125.548	3060.769
Apr	2015	1420.780	2134.412	3206.488
May	2015	1376.993	2123.733	3275.428
Jun	2015	1334.657	2119.991	3367.426
Jul	2015	1296.524	2117.225	3457.430
Aug	2015	1261.331	2111.845	3535.858
Sep	2015	1228.405	2107.946	3617.242
Oct	2015	1197.709	2103.823	3695.448
Nov	2015	1168.825	2099.443	3771.017
Dec	2015	1141.584	2095.314	3845.833

Validació del segon model:

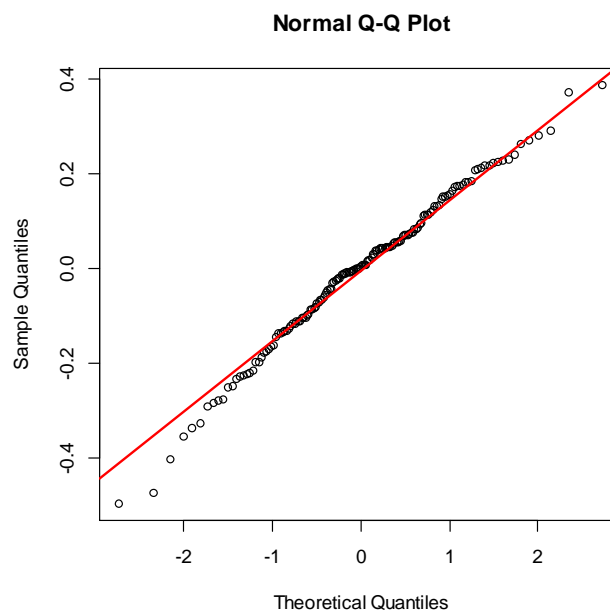
Gràfica dels residus:

```
plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



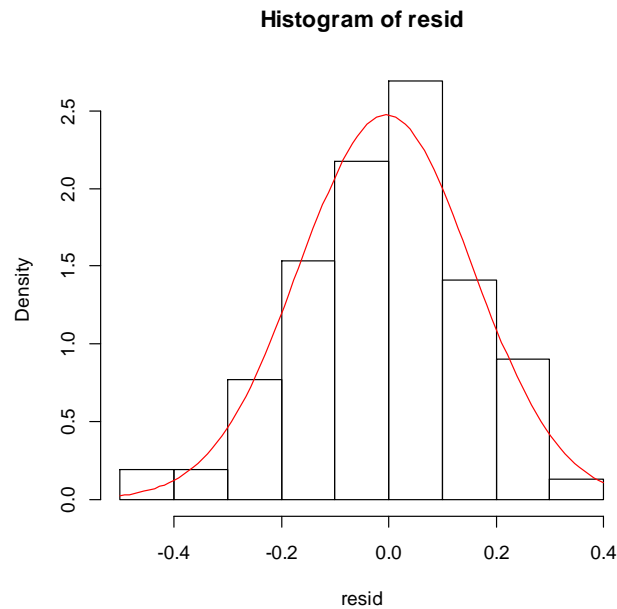
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



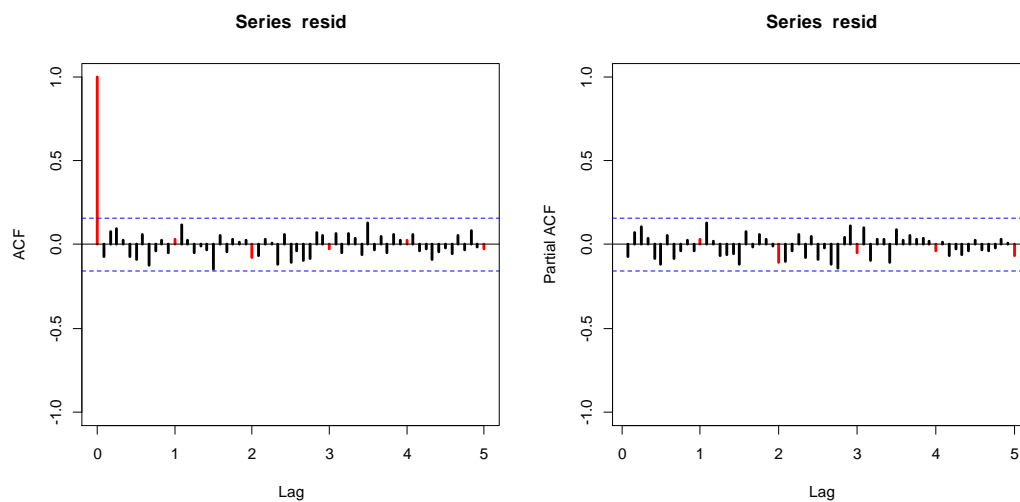
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



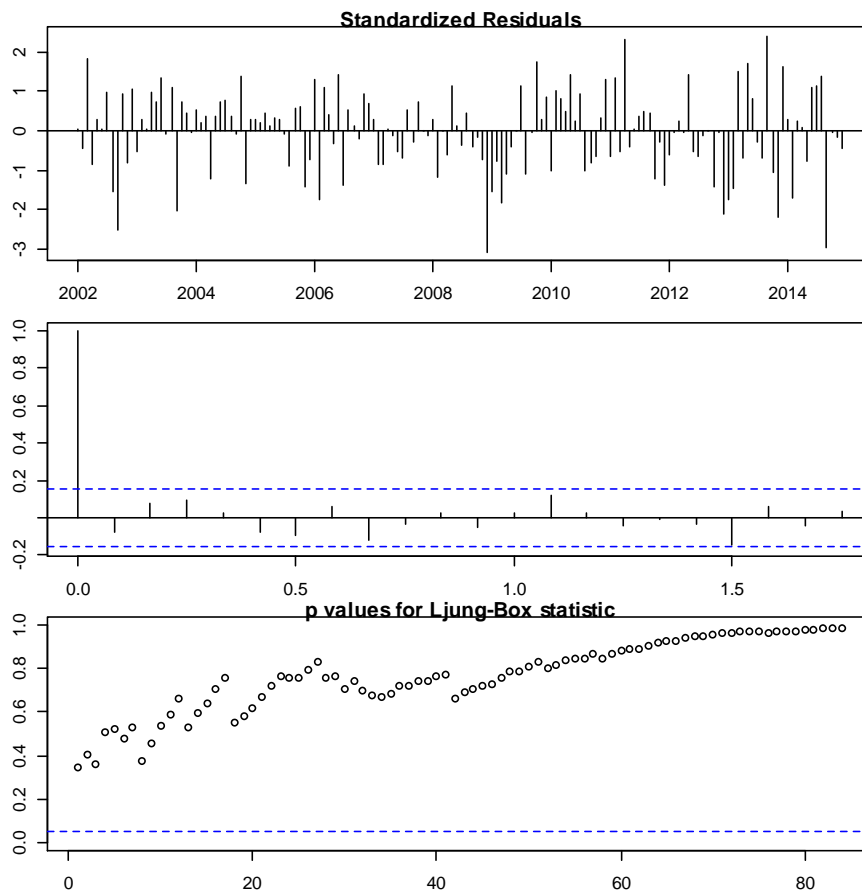
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)
```

```
psi 1    psi 2    psi 3    psi 4    psi 5    psi 6    psi 7
-0.6192738 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
psi 8    psi 9    psi 10   psi 11   psi 12   psi 13   psi 14
0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
psi 15   psi 16   psi 17   psi 18   psi 19   psi 20   psi 21
0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
psi 22   psi 23   psi 24   psi 25   psi 26   psi 27   psi 28
0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
psi 29   psi 30   psi 31   psi 32   psi 33   psi 34   psi 35
0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000 0.0000000
psi 36
0.0000000
```

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5
-6.192738e-01 -3.835000e-01 -2.374915e-01 -1.470722e-01 -9.107797e-02
      pi 6      pi 7      pi 8      pi 9      pi 10
-5.640220e-02 -3.492840e-02 -2.163024e-02 -1.339504e-02 -8.295197e-03
      pi 11      pi 12      pi 13      pi 14      pi 15
-5.136998e-03 -3.181208e-03 -1.970039e-03 -1.219993e-03 -7.555098e-04
      pi 16      pi 17      pi 18      pi 19      pi 20
-4.678674e-04 -2.897380e-04 -1.794271e-04 -1.111145e-04 -6.881030e-05
      pi 21      pi 22      pi 23      pi 24      pi 25
-4.261241e-05 -2.638875e-05 -1.634186e-05 -1.012008e-05 -6.267102e-06
      pi 26      pi 27      pi 28      pi 29      pi 30
-3.881052e-06 -2.403434e-06 -1.488383e-06 -9.217168e-07 -5.707950e-07
      pi 31      pi 32      pi 33      pi 34      pi 35
-3.534784e-07 -2.188999e-07 -1.355589e-07 -8.394809e-08 -5.198685e-08
      pi 36
-3.219409e-08
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

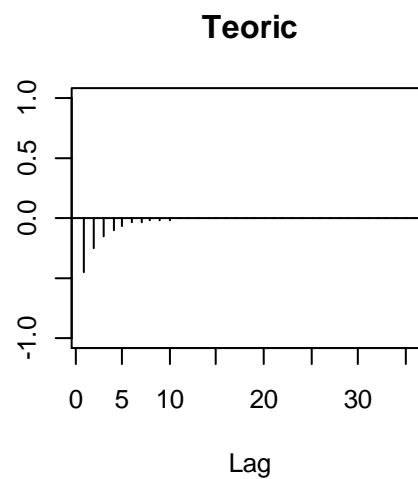
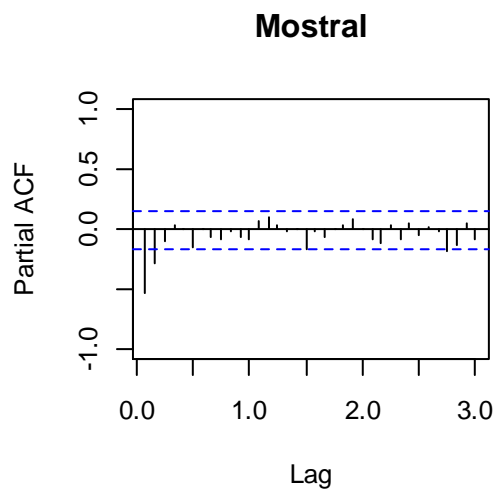
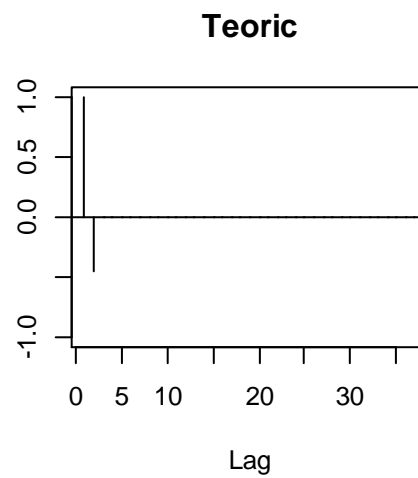
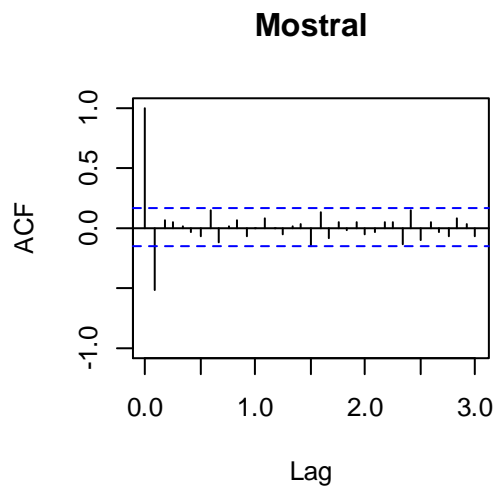
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
numeric(0)
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 1.614795
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapv2=window(lnapv,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapv,order=c(0,1,1))
mod

mod2=arima(lnapv2,order=c(0,1,1))
mod2
```



```

Call:
arima(x = lnapv, order = c(0, 1, 1))

Coefficients:
          ma1
        -0.6193
s.e.      0.0606

sigma^2 estimated as 0.02599:  log likelihood = 62.71,  aic = -121.42

Call:
arima(x = lnapv2, order = c(0, 1, 1))

Coefficients:
          ma1
        -0.5979
s.e.      0.0628

sigma^2 estimated as 0.02509:  log likelihood = 60.38,  aic = -116.76

```

Capacitat de previsió:

```

pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt2[length(lnapv2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

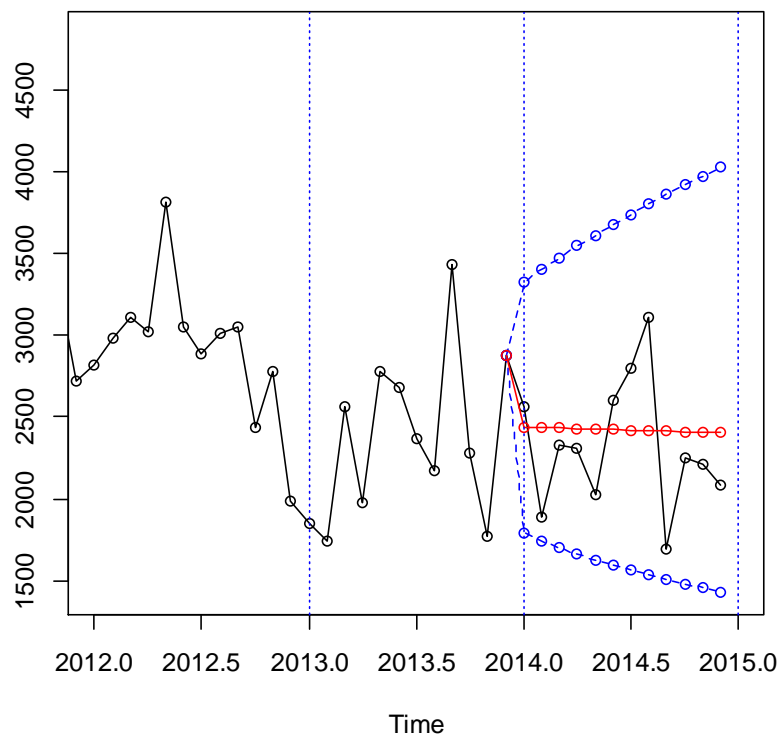
#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apv,error=apv-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



	tl	pr	tu	apv	error
Jan 2014	1788.426	2439.269	3326.967	2562.807	123.5379
Feb 2014	1743.569	2436.012	3403.454	1886.443	-549.5694
Mar 2014	1702.591	2432.760	3476.067	2329.474	-103.2861
Apr 2014	1664.791	2429.512	3545.508	2306.655	-122.8571
May 2014	1629.652	2426.268	3612.293	2023.329	-402.9395
Jun 2014	1596.783	2423.029	3676.812	2597.795	174.7659
Jul 2014	1565.879	2419.794	3739.371	2801.961	382.1669
Aug 2014	1536.698	2416.563	3800.213	3112.832	696.2685
Sep 2014	1509.041	2413.337	3859.535	1691.159	-722.1781
Oct 2014	1482.745	2410.115	3917.501	2252.716	-157.3990
Nov 2014	1457.673	2406.897	3974.247	2206.918	-199.9793
Dec 2014	1433.711	2403.684	4029.889	2082.987	-320.6968

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.4239693
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 1.805099

```

Previsió a llarg termini:

```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv,pred$pred)),start=c(2002,1),freq=12),start=c(2014,12))

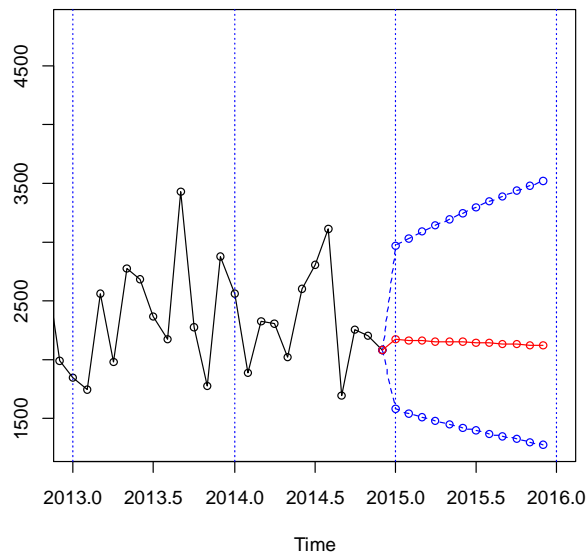
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:12,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
resul
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	1581.388	2168.640	2973.970
Feb	2015	1543.947	2164.305	3033.924
Mar	2015	1509.418	2159.979	3090.933
Apr	2015	1477.320	2155.662	3145.478
May	2015	1447.289	2151.353	3197.923
Jun	2015	1419.045	2147.052	3248.547
Jul	2015	1392.363	2142.761	3297.576
Aug	2015	1367.063	2138.478	3345.190
Sep	2015	1342.996	2134.203	3391.538
Oct	2015	1320.038	2129.937	3436.744
Nov	2015	1298.082	2125.679	3480.914
Dec	2015	1277.041	2121.430	3524.136

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el primer model:

$$X_t \sim \text{AR}(2) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t$$

$$(1 + 0.6679B + 0.2862B^2)W_t = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.02562)$$

Estudi del model escollit considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(1,0),crit=2.5,LS=T)
mod.atip$atip

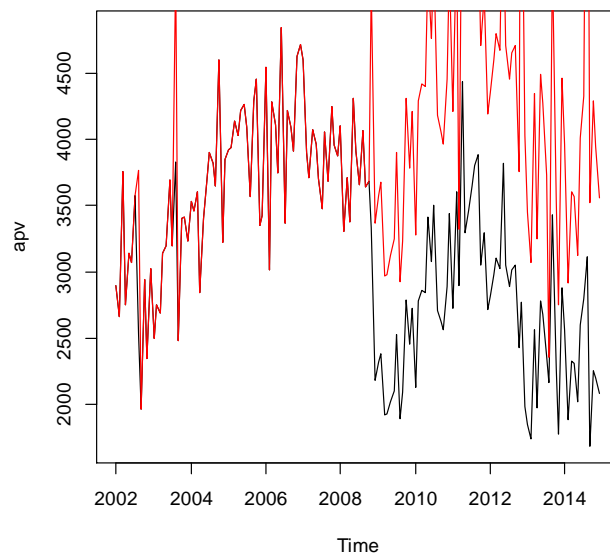
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],2002+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
4	8	AO	-0.4000651	3.316722	Ago 2002	67.02764
6	20	AO	-0.3192309	2.797345	Ago 2003	72.67077
1	83	LS	-0.4335992	3.478761	Nov 2008	64.81720
7	111	AO	0.2955013	2.647300	Mar 2011	134.37998
3	131	TC	-0.3879640	3.206817	Nov 2012	67.84368
5	140	AO	0.3669374	3.137171	Ago 2013	144.33076
2	152	TC	-0.4275354	3.257332	Ago 2014	65.21143

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.01666918
```

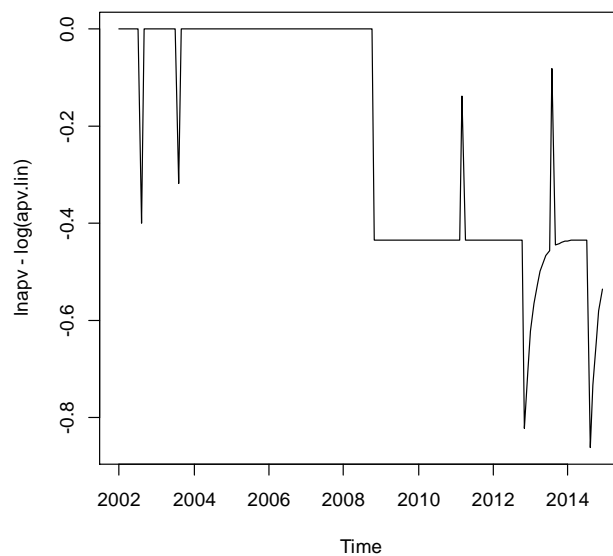
Linealització de la sèrie:

```
lnapv.lin=lineal(lnapv,mod.atip$atip)
apv.lin=ts(exp(lnapv.lin),start=2002,freq=12)
plot(apv,col=1)
lines(apv.lin,col=2)
```



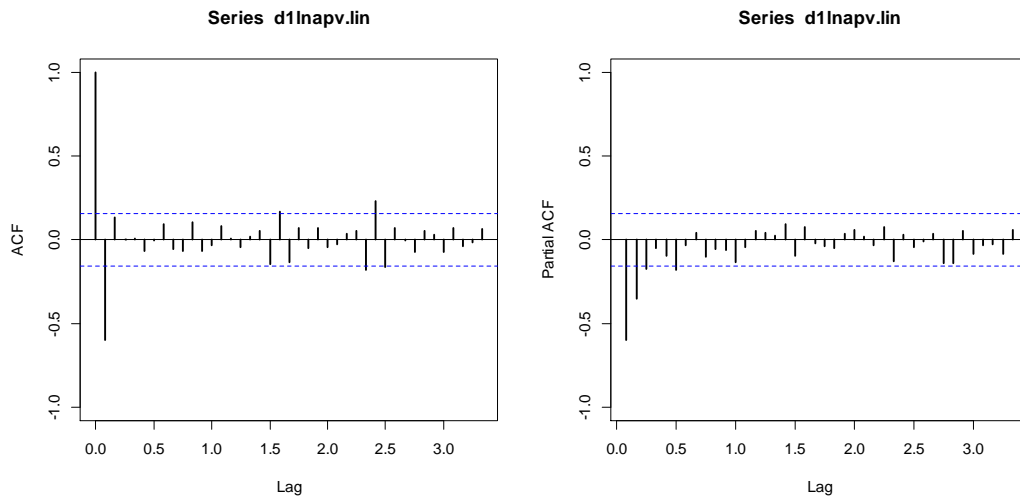
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapv-log(apv.lin))
```



Gràfica ACF i PACF de la sèrie linealitzada.

```
acf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Model a considerar: AR(2).

```
apvlin.mod=arima(lnapv.lin,order=c(2,1,0))
apvlin.mod
```

```
Call:
arima(x = lnapv.lin, order = c(2, 1, 0))
```

Coefficients:

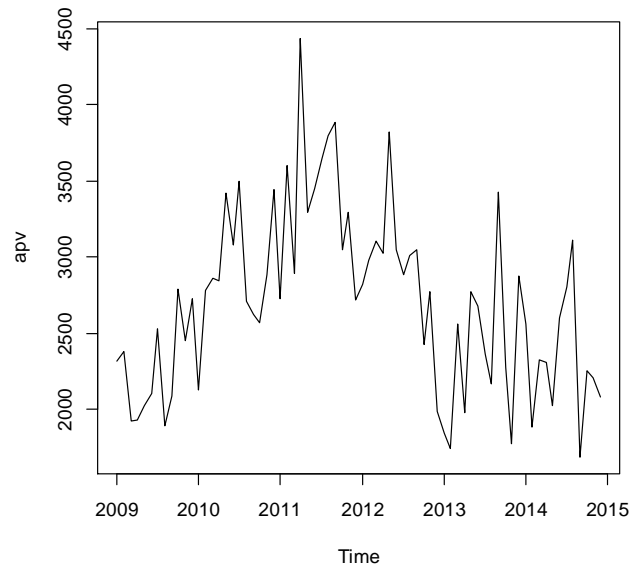
	ar1	ar2
	-0.8153	-0.3578
s.e.	0.0750	0.0752

sigma^2 estimated as 0.0318: log likelihood = 46.94, **aic = -87.89**

A la vista dels resultats obtinguts, s'ha d'invalidar l'estudi fet amb atípics, per passar a considerar la sèrie de dades entre 2009 i 2014.

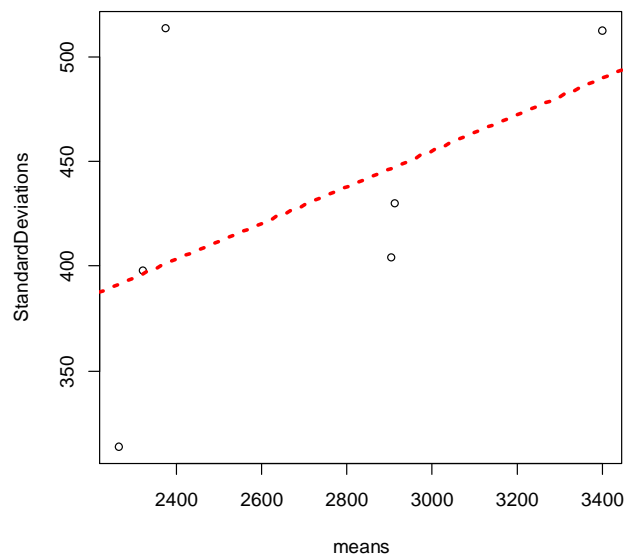
Lectura i gràfica de les dades:

```
apv=ts(read.table("Taranto2009-2014.txt"),[,1]/1000,start=2009,freq=12)  
plot(apv)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apv)/% 12*12  
m=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,mean)  
s=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,sd)  
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")  
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)  
summary(lm(s~m))
```



```
Call:
lm(formula = s ~ m)
```

Residuals:

1	2	3	4	5	6
-77.580	-42.610	22.971	-17.384	112.959	1.644

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	195.41582	198.03570	0.987	0.380
m	0.08655	0.07262	1.192	0.299

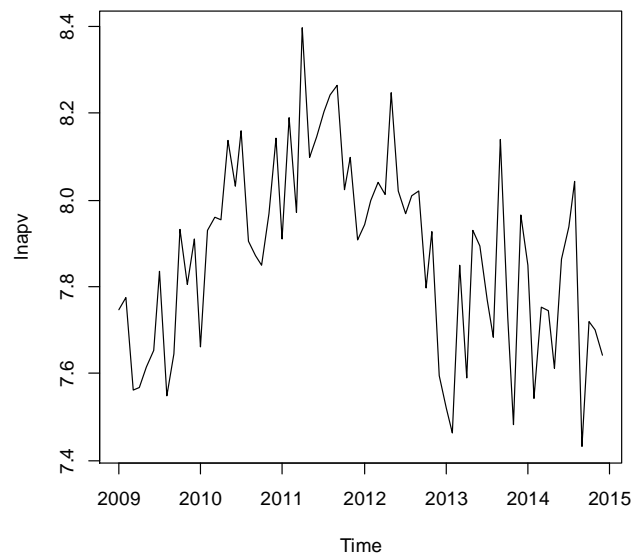
Residual standard error: 73.19 on 4 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2621, Adjusted R-squared: 0.07759

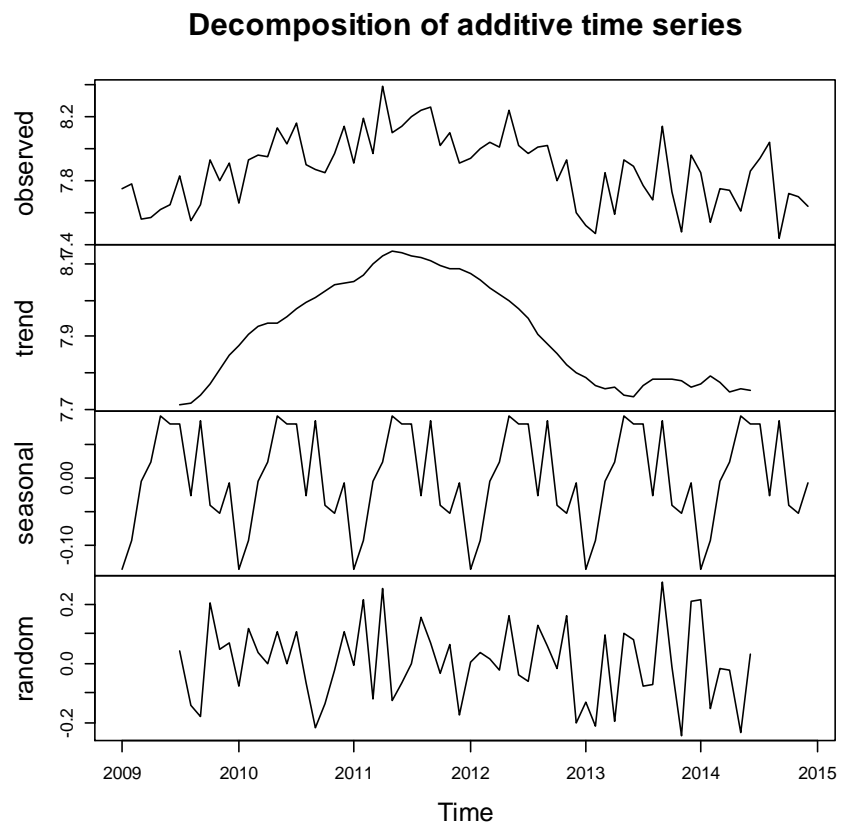
F-statistic: 1.421 on 1 and 4 DF, p-value: 0.2992

Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

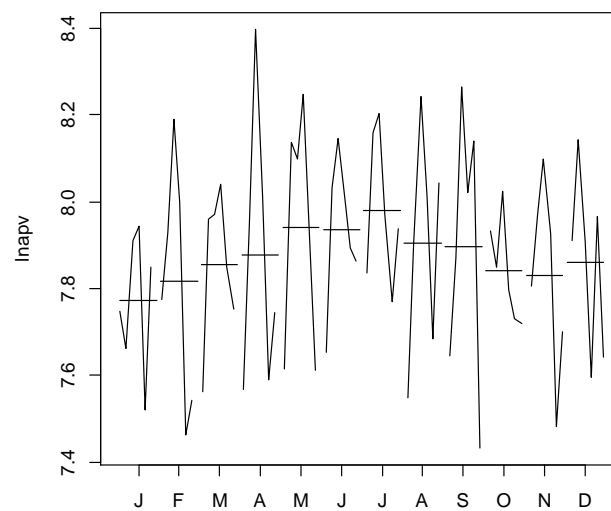
```
lnapv=log(apv)
plot(lnapv)
```



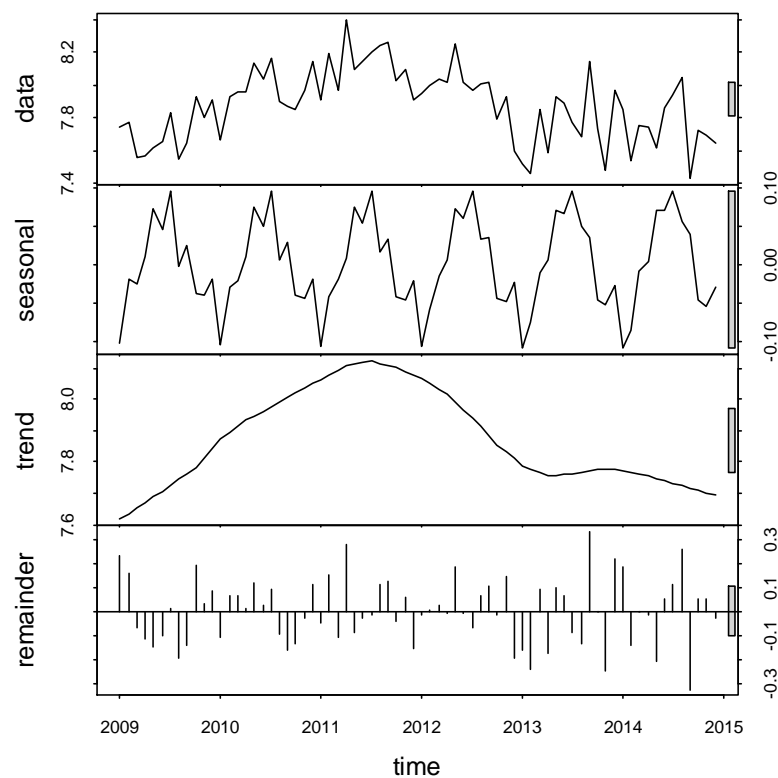

```
plot(decompose(lnapv))
```



```
monthplot(lnapv)
```



```
plot(stl(lnapv,s.window=12))
```

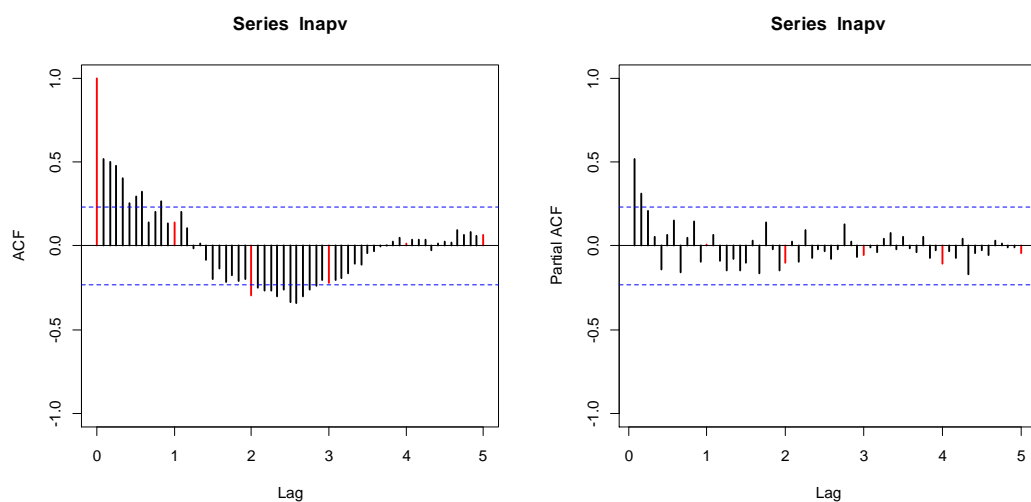


Del gràfic decompose es dedueix una component estacional negligible.

Es tractarà d'un model ARMA.

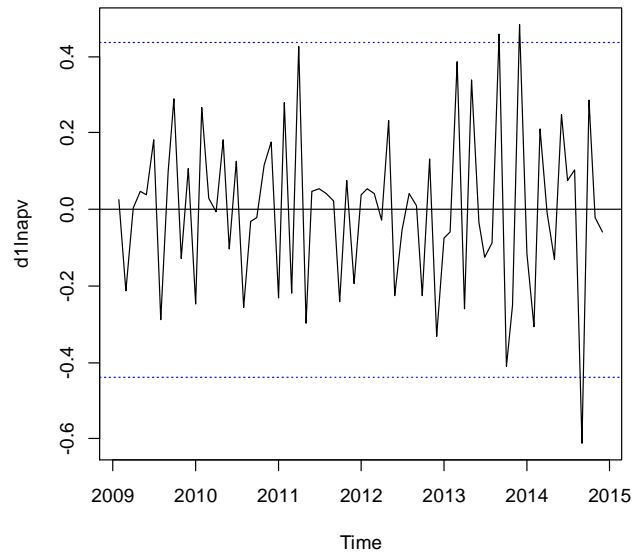
Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

```
acf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
win.graph()
pacf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
```



Diferenciació regular:

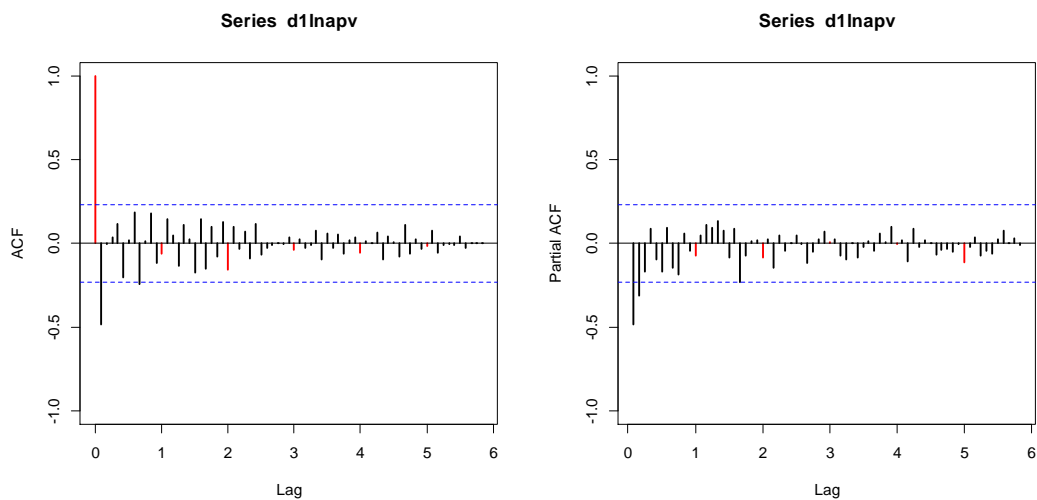
```
d1lnapv=diff(lnapv)
plot(d1lnapv)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapv),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapv),col=4,lty=3)
```



S'observen situacions relacionades amb atípics.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

```
acf(d1lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
win.graph()
pacf(d1lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
```



Càlcul de variàncies:

```
var(lnapv)
var(d1lnapv)
```

```
var(lnapv)
```

```
0.047837
```

```
var(d1lnapv)
```

```
0.04561774
```

S'ha de treballar amb la diferenciació regular donada que la variància després de dita diferenciació és més petita que treballant només amb la transformació logaritme. Els models no tindran constant.

S'utilitzen els mateixos models que en la sèrie des de 2002, amb els següents resultats:

```
Call:
arima(x = lnapv, order = c(2, 1, 0))

Coefficients:
          ar1          ar2
      -0.6308   -0.3098
s.e.    0.1122    0.1118

sigma^2 estimated as 0.03097:  log likelihood = 22.38,  aic = -38.76
```

```
Call:
arima(x = lnapv, order = c(0, 1, 1))

Coefficients:
          ma1
      -0.6648
s.e.    0.0909

sigma^2 estimated as 0.0303:  log likelihood = 23.09,  aic = -42.18
```

Considerant que estan contemplant dos models molt simples, es comprova que es poden donar tots dos com a vàlids i estables, per tant, per decidir el model s'haurien d'utilitzar els valors d'EQM i d'EAM. Calculant aquests valors pel dos models queden els següents resultats:

AR(2)	mod.EQM: 0.3870177	mod.EAM: 1.756149
-------	--------------------	-------------------

MA(1)	mod.EQM: 0.5014662	mod.EAM: 1.973978
-------	--------------------	-------------------

Amb aquests resultats a la vista s'ha de continuar treballant amb el model AR(2).

$$X_t \sim \text{AR}(2) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t$$

$$(1 + 0.6308B + 0.3098B^2)W_t = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.03097)$$

Estudi del model escollit considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(1,0),crit=2.5,LS=T)
mod.atip$atip

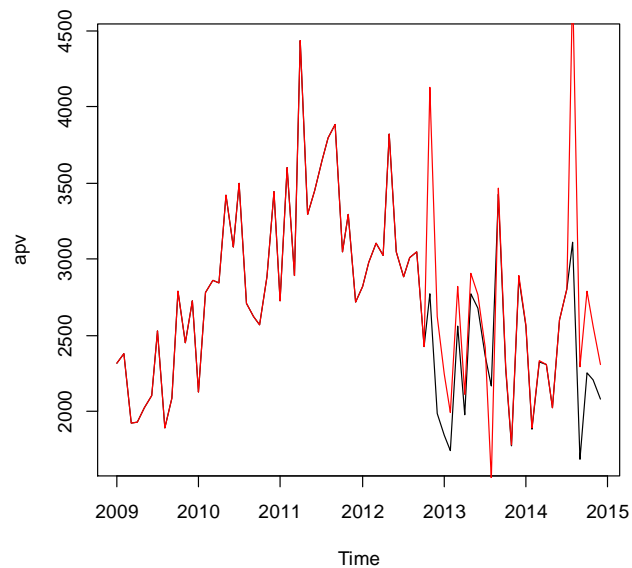
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],2009+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
2	47	TC	-0.3972937	2.988932	Nov 2012	67.21366
3	56	AO	0.3492995	2.705853	Ago 2013	141.80738
1	68	TC	-0.4337485	2.924255	Ago 2014	64.80752

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.02225233
```

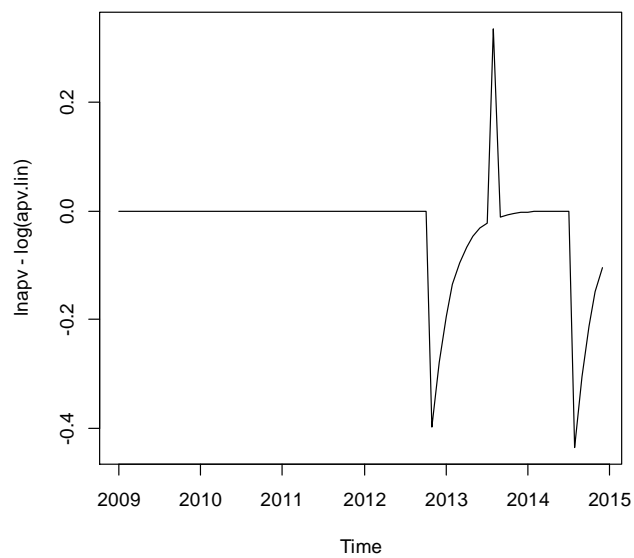
Linealització de la sèrie:

```
lnapv.lin=lineal(lnapv,mod.atip$atip)
apv.lin=ts(exp(lnapv.lin),start=2009,freq=12)
plot(apv,col=1)
lines(apv.lin,col=2)
```



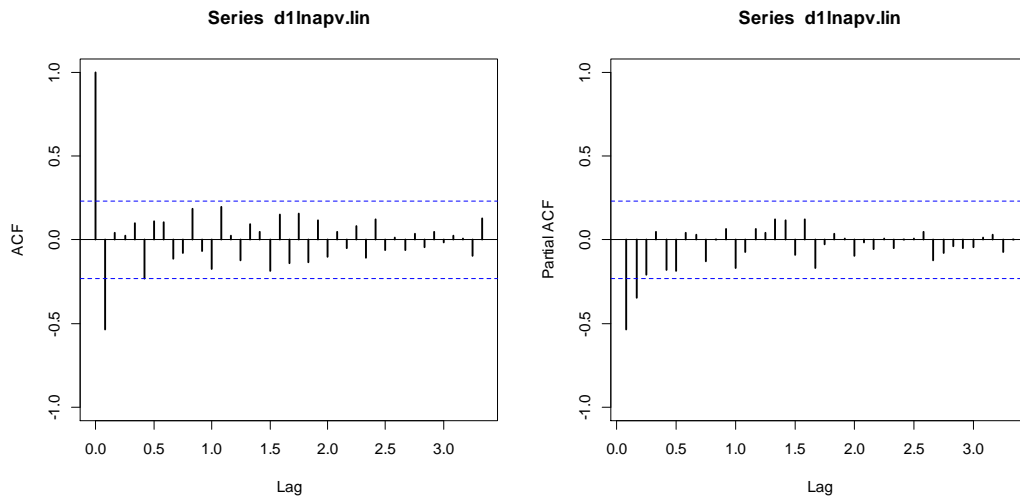
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapv-log(apv.lin))
```



Gràfica ACF i PACF de la sèrie linealitzada.

```
acf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Models a considerar: AR(2) i MA(1).

```
apvlin.mod=arima(lnapv.lin,order=c(2,1,0))
apvlin.mod
```

```
Call:
arima(x = d1lnapv.lin, order = c(2, 0, 0))
```

```
Coefficients:
          ar1          ar2  intercept
      -0.7220  -0.3463      0.0012
s.e.    0.1108    0.1103    0.0116
```

```
sigma^2 estimated as 0.04031:  log likelihood = 12.96,  aic = -17.91
```

```
apvlin.mod=arima(lnapv.lin,order=c(0,1,1))
apvlin.mod
```

```
Call:
arima(x = d1lnapv2.lin, order = c(0, 0, 1))
```

```
Coefficients:
          ma1  intercept
      -0.7524    0.0025
s.e.    0.0697    0.0060
```

```
sigma^2 estimated as 0.03816:  log likelihood = 14.78,  aic = -23.56
```

Una altra vegada es considera que són models simples, per tant, es pot comprovar la seva validació i la seva estabilitat, és més, es comprova que els models tenen un aic més petit sense considerar l'any 2014.

Es pot passar a l'anàlisi conjunt dels valors EQM i EAM:

AR(2): mod.EQM: 0.3545492 mod.EAM: 1.681956

MA(1): mod.EQM: 0.4535776 mod.EAM: 1.881666

A la vista dels resultats s'ha de tornar a agafar com a model vàlid l'AR(2).

Model amb atípics:

```
Call:
arima(x = lnapv.lin, order = c(2, 1, 0))

Coefficients:
          ar1      ar2
      -0.7218  -0.3460
s.e.      0.1108   0.1103

sigma^2 estimated as 0.04031:  log likelihood = 12.95,  aic = -19.90
```

$$X_t \sim \text{AR}(2) \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^3 \omega_i I_i(t)$$

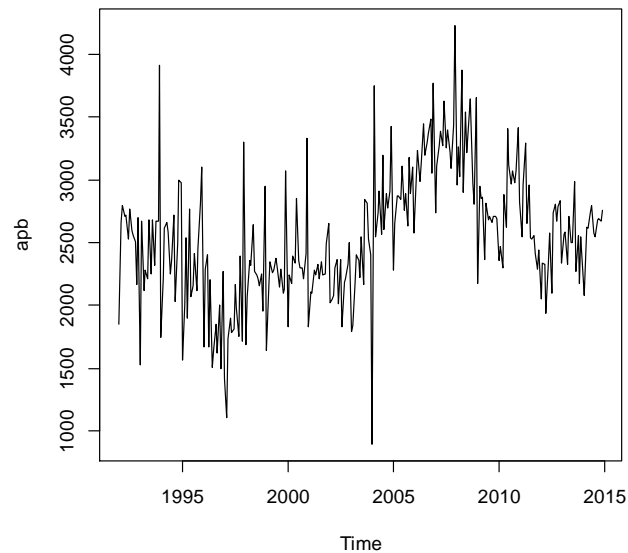
$$W_{lin_t} = (1 - B)\log X_{lin_t}$$

$$(1 + 0.7218B + 0.3460B^2)W_{lin_t} = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.04031)$$

3.7. Port de Bilbao: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.

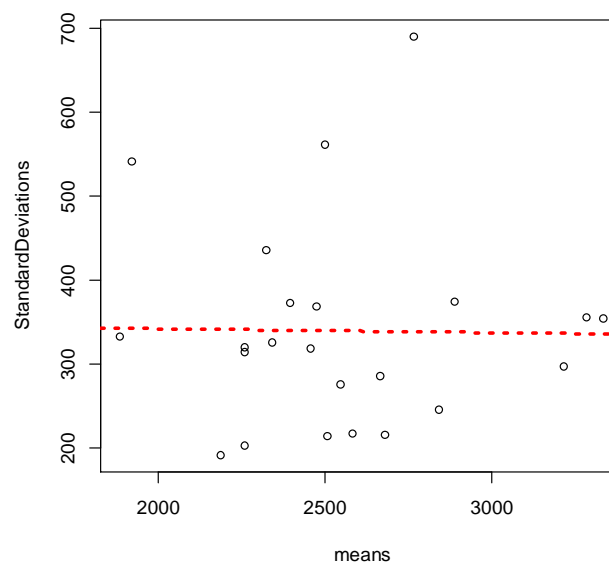
Lectura i gràfica de les dades:

```
apb=ts(read.table("APBilbao-MF2015.txt")[,1]/1000,start=1992,freq=12)
plot(apb)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apb)/%12*12
m=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))
```



```

Call:
lm(formula = s ~ m)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-149.40  -78.28  -20.68   30.46  350.88

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 353.00260   179.80496    1.963   0.063 .
m           -0.00523    0.06983   -0.075   0.941
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 125.5 on 21 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.000267, Adjusted R-squared:  -0.04734
F-statistic: 0.005609 on 1 and 21 DF, p-value: 0.941

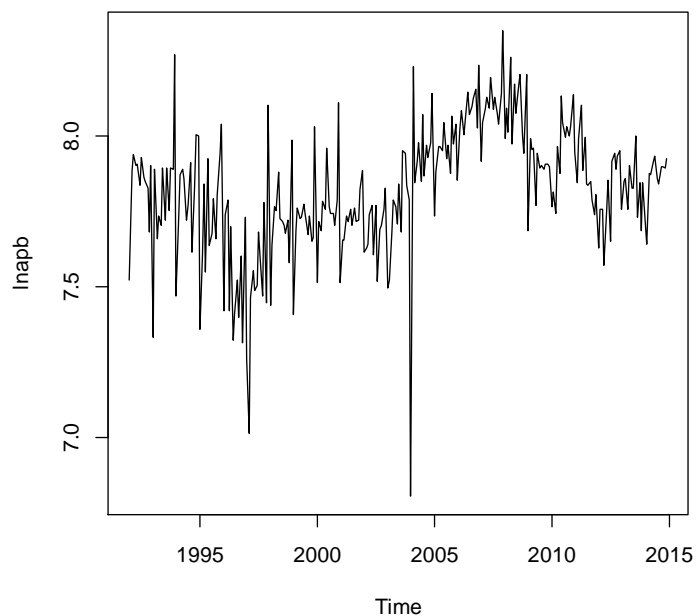
```

Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat: (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

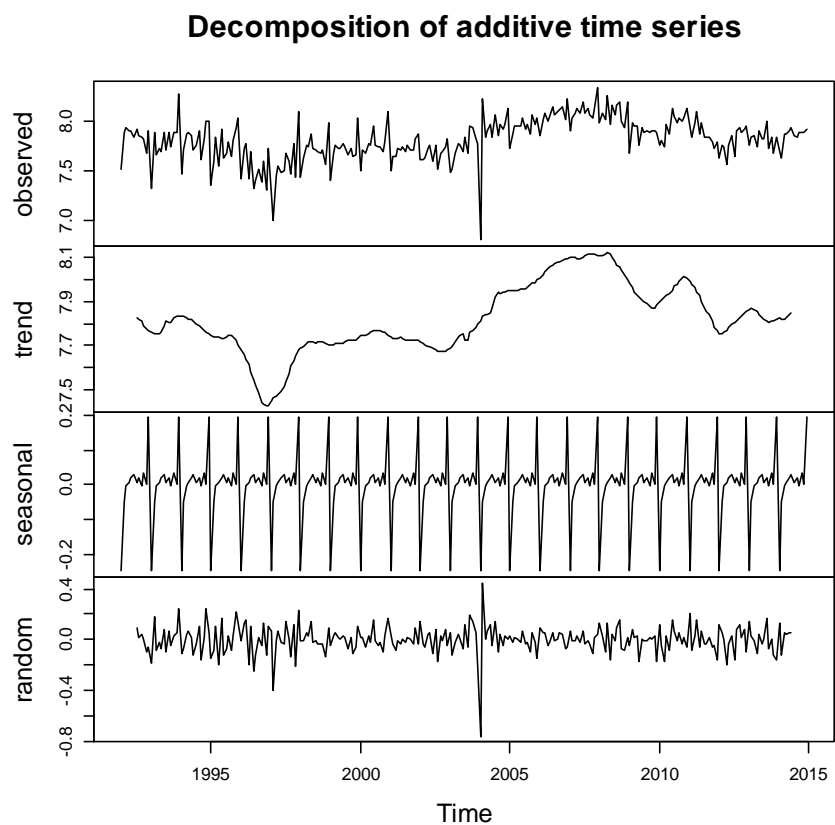
```

lnapb=log(apb)
plot(lnapb)

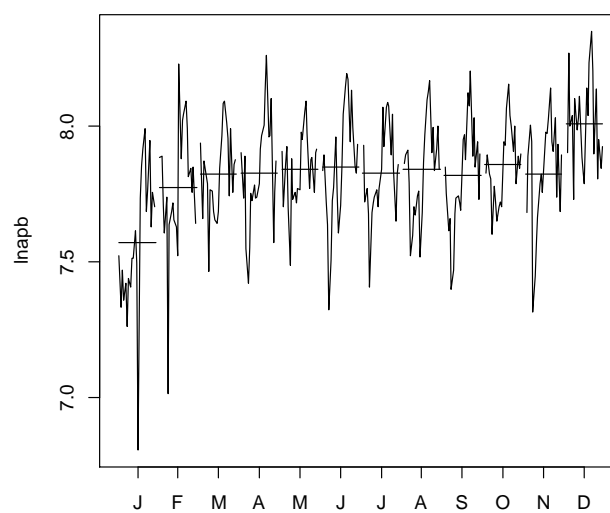
```



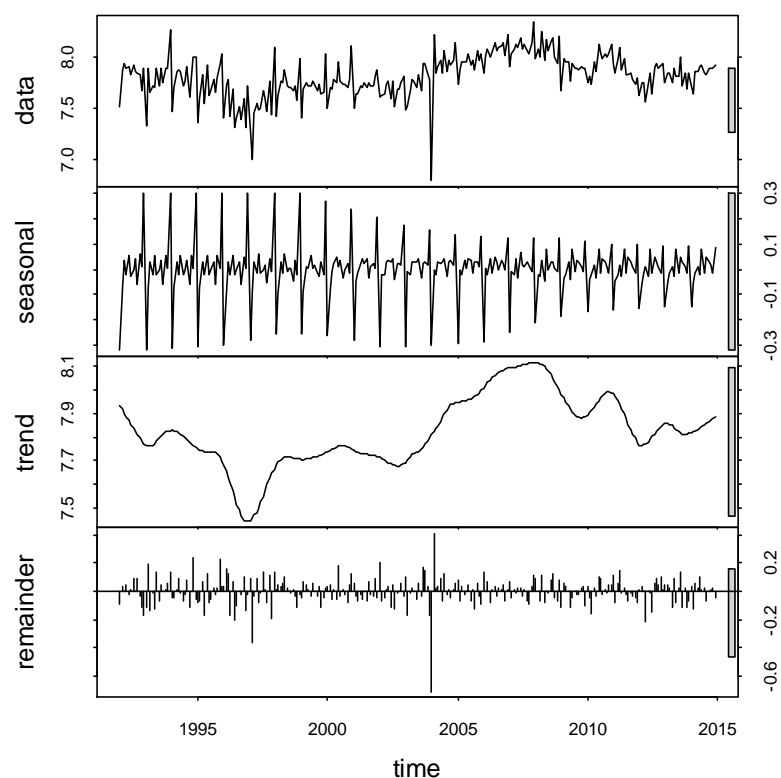
```
plot(decompose(lnapb))
```



```
monthplot(lnapb)
```

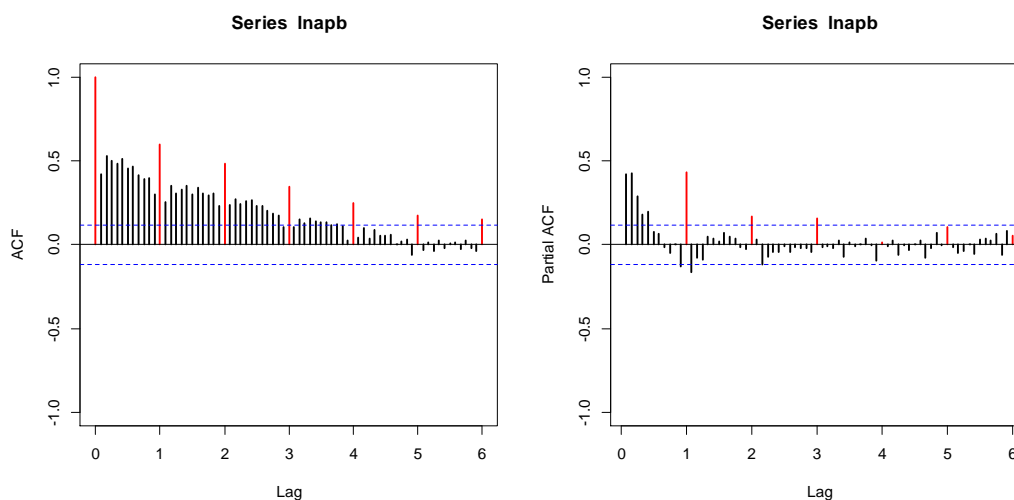


```
plot(stl(lnapb,s.window=12))
```



Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

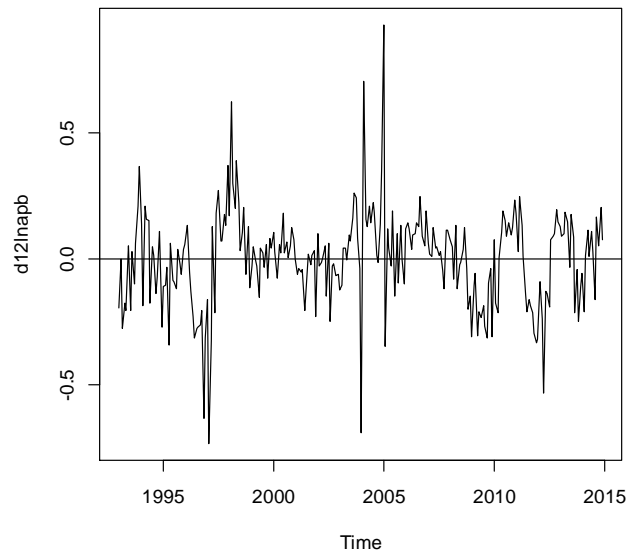
```
acf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



La forma d'aquesta gràfica demostra l'existència d'estacionalitat.

Diferenciació d'ordre 12 per eliminar l'estacionalitat:

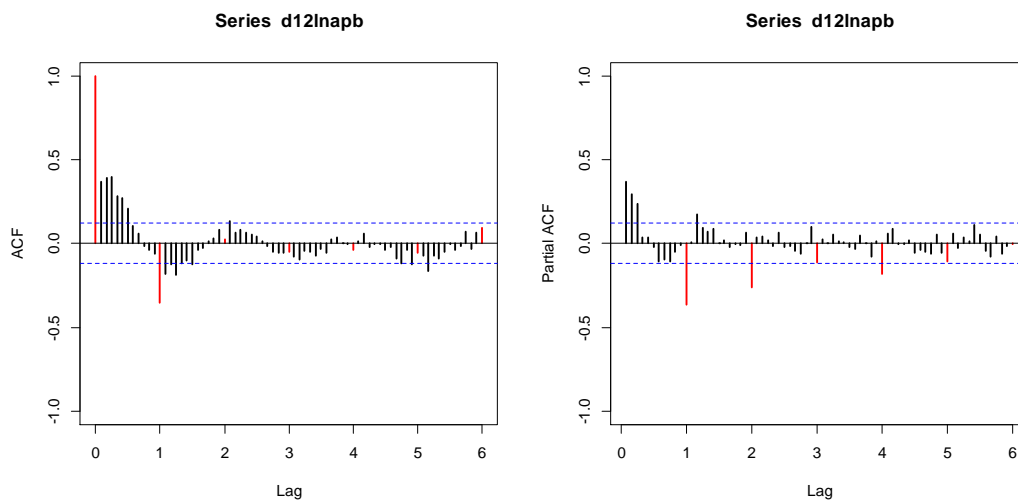
```
d12lnapb=diff(lnapb,12)
plot(d12lnapb)
abline(h=0)
```



De la gràfica es dedueix que una vegada feta la transformació d'ordre 12, la mitjana no es pot considerar nul·la. Concretament, la mitjana que dona R és de 0.0007762944. S'elimina l'estacionalitat, però també la tendència lineal.

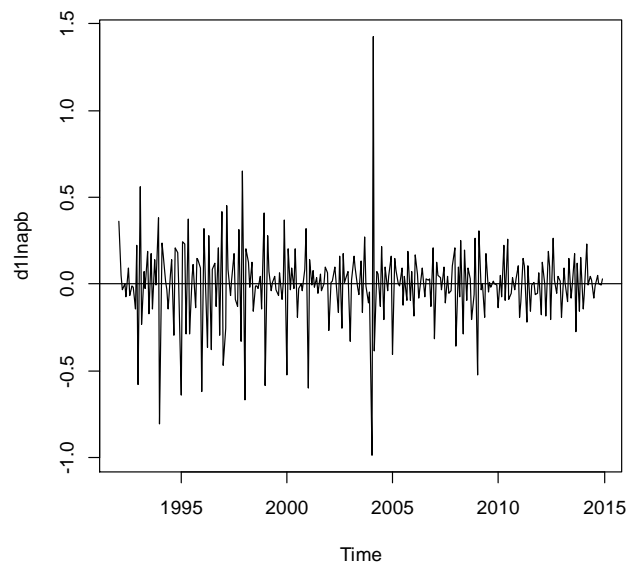
Gràfiques ACF i PACF després de la diferenciació d'ordre 12:

```
acf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diferenciació regular:

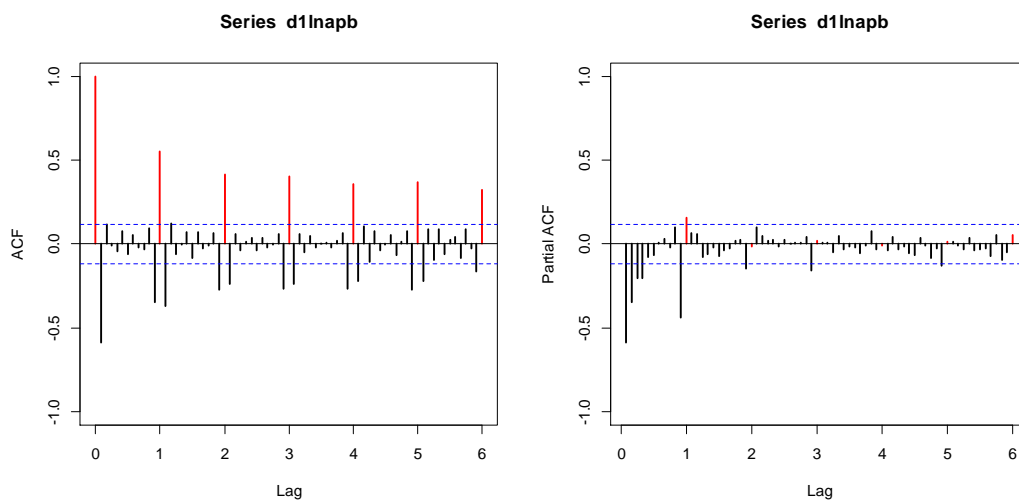
```
d1lnapb=diff(lnapb)
plot(d1lnapb)
abline(h=0)
```



La mitjana que dona R per la diferenciació regular és de 0.001455456.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

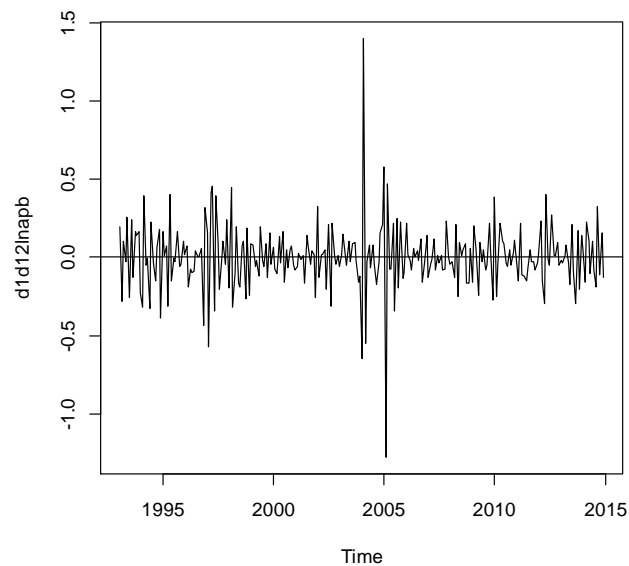
```
acf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Veient aquesta gràfica, es confirma l'estacionalitat i la necessitat d'una diferenciació d'ordre 12.

Diferenciació regular després de la diferenciació d'ordre 12:

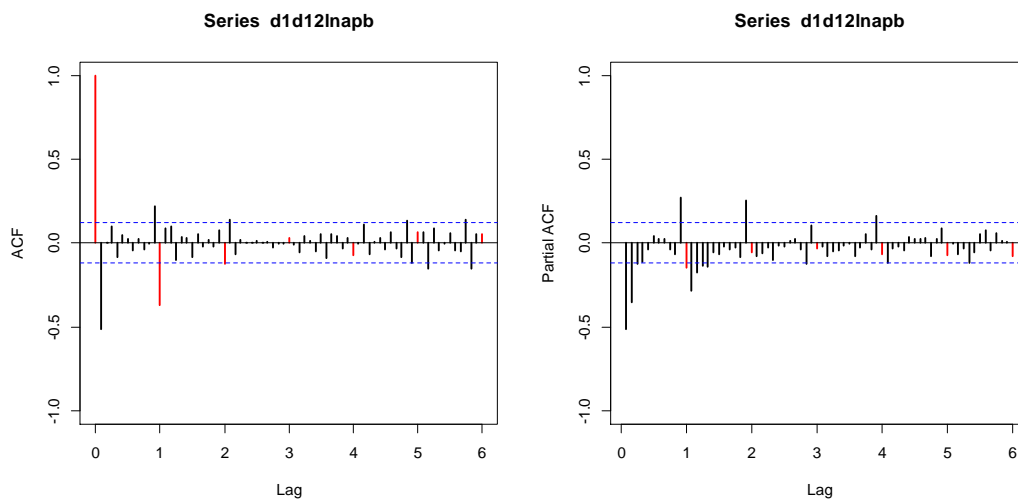
```
d1d12lnapb=diff(d12lnapb)
plot(d1d12lnapb)
abline(h=0)
```



En aquesta gràfica es podria considerar que la mitjana queda situada al voltant de 0. Concretament, la mitjana que dona R és de 0.001035572. S'ha de comprovar quina ha estat l'evolució de les variàncies per veure si s'ha produït una sobrediferenciació.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació estacional i regular:

```
acf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Càlcul de variàncies:

```
var(lnapb)
var(d12lnapb)
var(d1lnapb)
var(d1d12lnapb)
var(diff(d1d12lnapb))
```

```
var(lnapb)
0.0443249
var(d12lnapb)
0.03599647
var(d1lnapb)
0.05087518
var(d1d12lnapb)
0.0451873
var(diff(d1d12lnapb))
0.1371398
```

En la darrera diferenciació, la variància ha augmentat molt, s'ha de considerar que s'ha produït una sobrediferenciació. Es treballarà només amb la diferenciació estacional d'ordre 12 i és evident que es treballaran models amb constant.

Possibles models:

Part estacional: MA(1).

Part regular: AR(5), ARMA(2,1).

Model ARIMA(5,0,0)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = d12lnapb, order = c(5, 0, 0), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	smal	intercept
	0.1233	0.2602	0.2240	0.0888	0.1807	-0.8452	0.0046
s.e.	0.0610	0.0607	0.0612	0.0606	0.0619	0.0466	0.0123

```
sigma^2 estimated as 0.0165: log likelihood = 159.65, aic = -303.31
```


Model ARIMA(2,0,1)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = dl2lnapb, order = c(2, 0, 1), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))

Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      sma1  intercept
    0.7306  0.2210 -0.6001 -0.8311      0.0040
s.e.  0.0845  0.0754  0.0686  0.0466      0.0133

sigma^2 estimated as 0.01691:  log likelihood = 156.99,  aic = -301.97
```

S'agafen aquests dos models en funció dels valors d'aic, essent els models de valor més petit els següents:

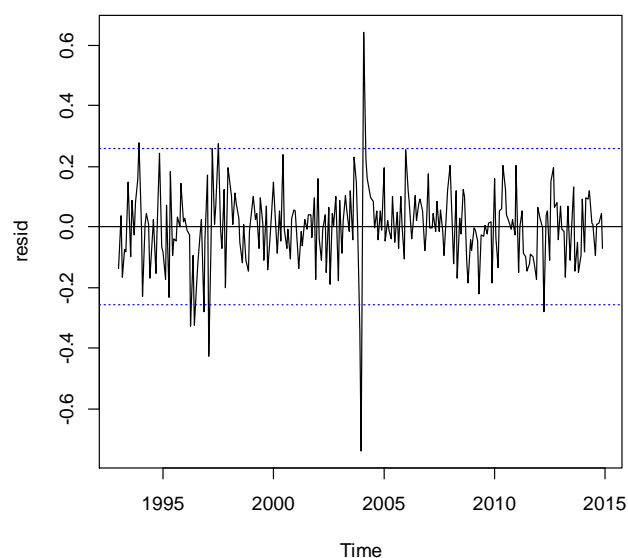
Primer aic més petit: -303,31 – Model ARIMA(5,0,0)(0,1,1)₁₂

Segon aic més petit: -301,97 – Model ARIMA(2,0,1)(0,1,1)₁₂

Validació del primer model:

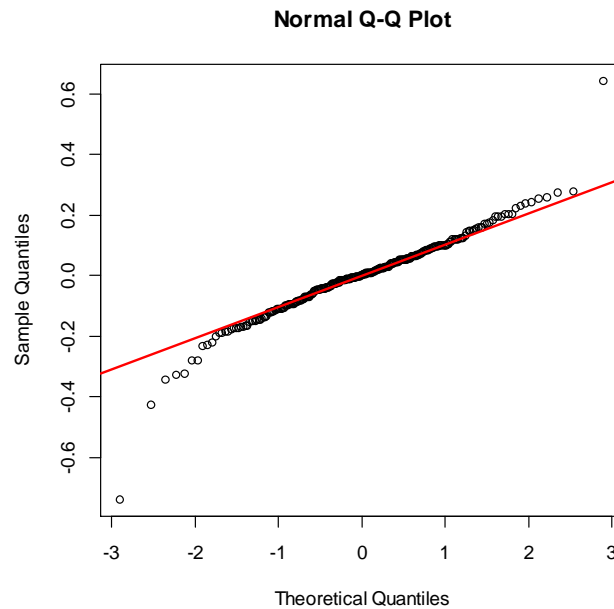
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid
plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



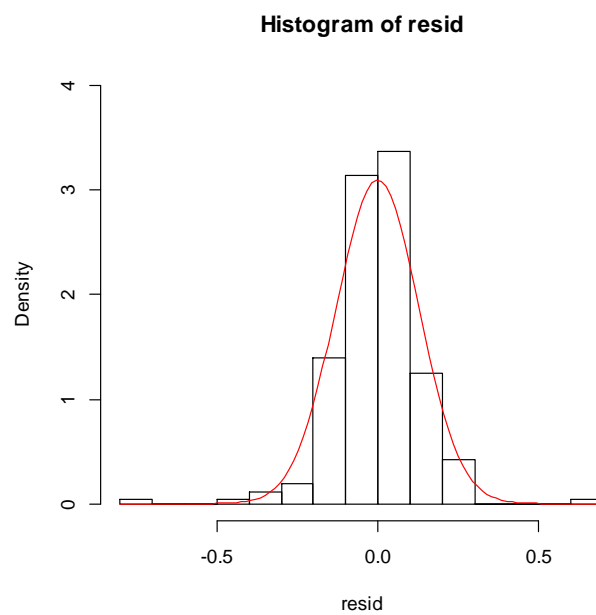
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



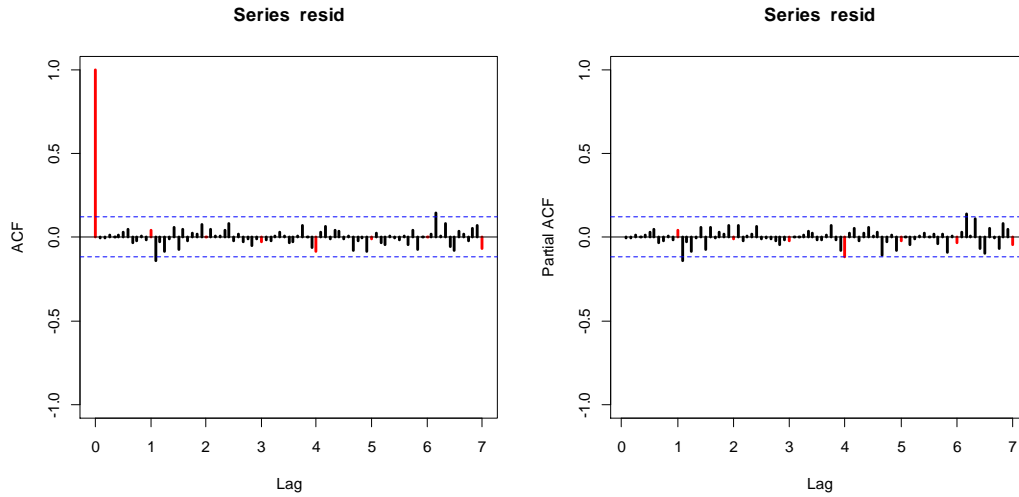
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,4),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



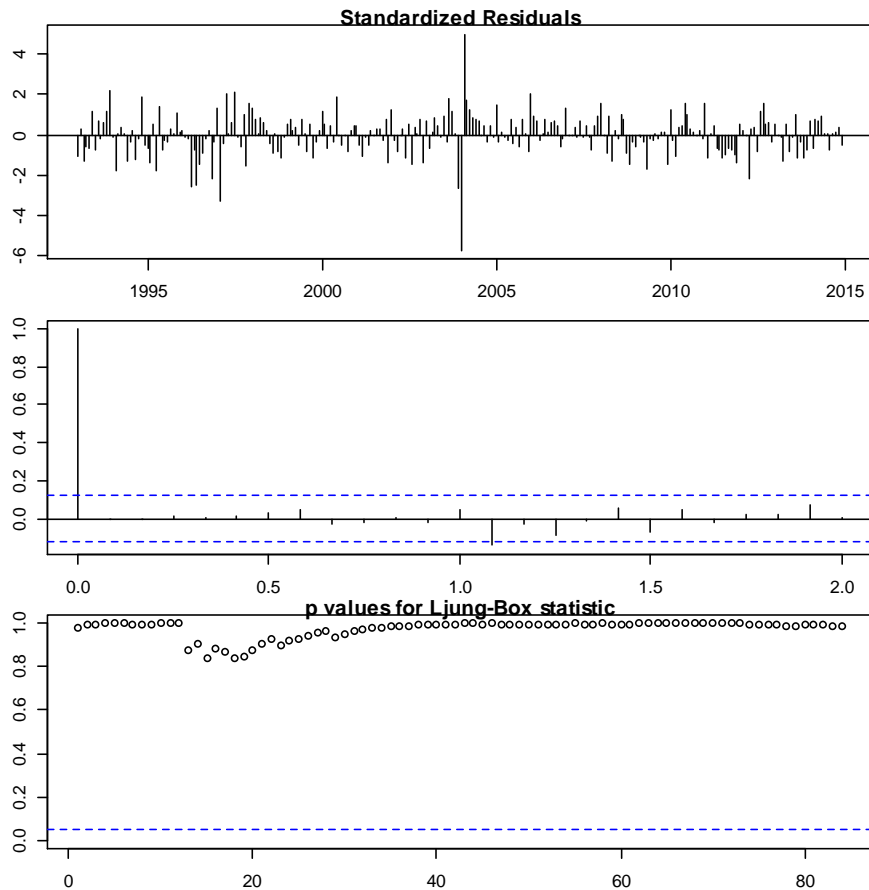
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.12330982	0.27538985	0.29004444	0.22379978	0.35644064	0.21388412
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.24476617	0.23796400	0.21302703	0.22642078	0.19703507	-0.64888505
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.08388984	-0.05574805	-0.07198603	-0.02657194	-0.14433103	-0.03062161
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
-0.06374658	-0.06352812	-0.04889250	-0.06564258	-0.04623883	-0.05089365
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.04883260	-0.04428449	-0.04553532	-0.04095055	-0.04035026	-0.03858732
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
-0.03647572	-0.03544132	-0.03348750	-0.03223945	-0.03083942	-0.02943092

Expressió del model com un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
0.12330982	0.26018454	0.22400286	0.08876052	0.18074570	0.00000000
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.84517349
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
0.10421819	0.21990108	0.18932128	0.07501804	0.15276147	0.00000000
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.71431824
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
0.08808245	0.18585456	0.16000932	0.06340326	0.12910995	0.00000000
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.60372284

Estacionarietat i invertibilitat:

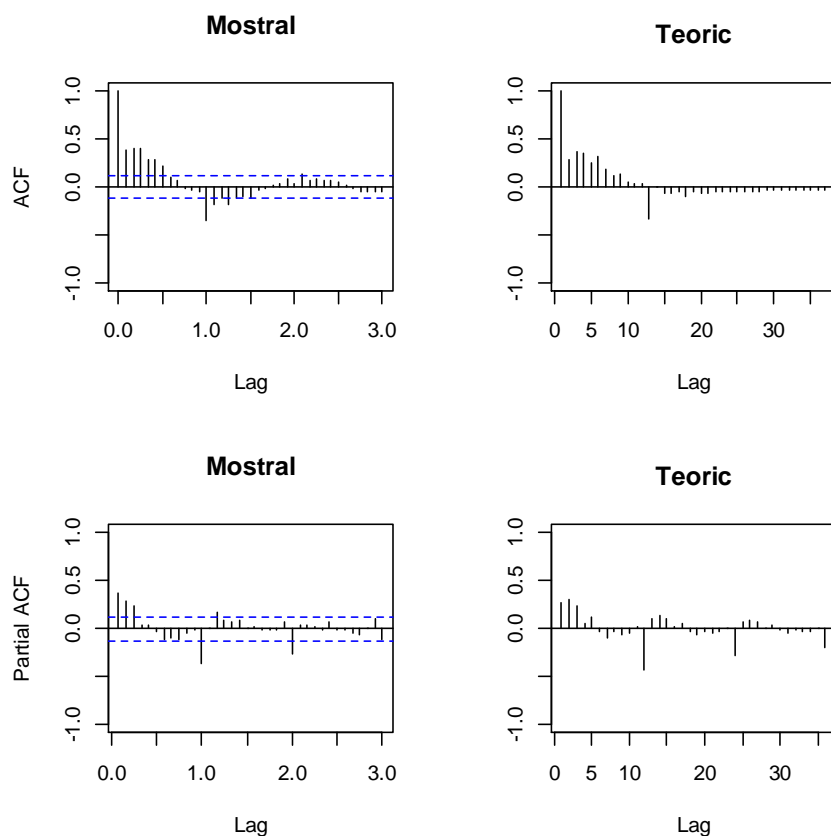
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.045103 1.428640 1.428640 1.610510 1.610510
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.014116 1.014116 1.014116 1.014116 1.014116 1.014116 1.014116 1.014116  
[9] 1.014116 1.014116 1.014116 1.014116
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(d12lnapb,order=c(5,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod

mod2=arima(d12lnapb2,order=c(5,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod2
```

```
Call:
arima(x = d12lnapb, order = c(5, 0, 0), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	sma1	intercept
	0.1233	0.2602	0.2240	0.0888	0.1807	-0.8452	0.0046
s.e.	0.0610	0.0607	0.0612	0.0606	0.0619	0.0466	0.0123

sigma^2 estimated as 0.0165: log likelihood = 159.65, **aic = -303.31**

```

Call:
arima(x = d12lnapb2, order = c(5, 0, 0), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ar2          ar3          ar4          ar5          sma1  intercept
      0.1257    0.2592    0.2275    0.0940    0.1796   -0.8422      0.0022
s.e.   0.0623    0.0622    0.0627    0.0623    0.0637    0.0501      0.0143

sigma^2 estimated as 0.01705:  log likelihood = 148.08,  aic = -280.15

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(20
13,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

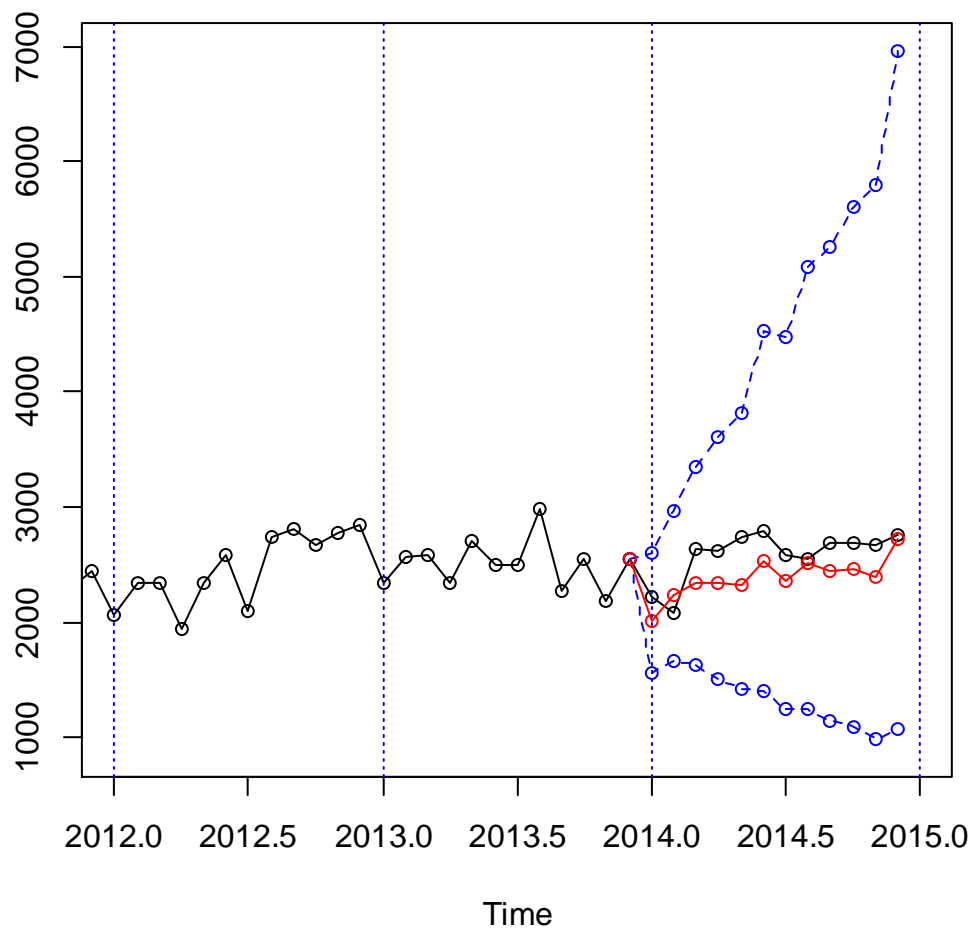
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apb	error
Jan	2014	1560.8507	2016.081	2604.081	2215.757	199.67625
Feb	2014	1669.4142	2226.827	2970.358	2082.015	-144.81179
Mar	2014	1631.9898	2335.617	3342.611	2626.557	290.93984
Apr	2014	1512.1595	2333.645	3601.405	2616.908	283.26312
May	2014	1423.2790	2330.209	3815.044	2735.923	405.71435
Jun	2014	1406.2568	2524.123	4530.606	2792.701	268.57845
Jul	2014	1239.8146	2354.569	4471.634	2581.159	226.58971
Aug	2014	1241.9872	2514.847	5092.207	2544.387	29.53991
Sep	2014	1131.7470	2439.933	5260.250	2685.243	245.31014
Oct	2014	1079.0876	2461.868	5616.591	2693.291	231.42303
Nov	2014	987.9128	2392.685	5794.986	2675.511	282.82604
Dec	2014	1068.2547	2727.033	6961.548	2759.561	32.52845

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.1030679
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 1.017319

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

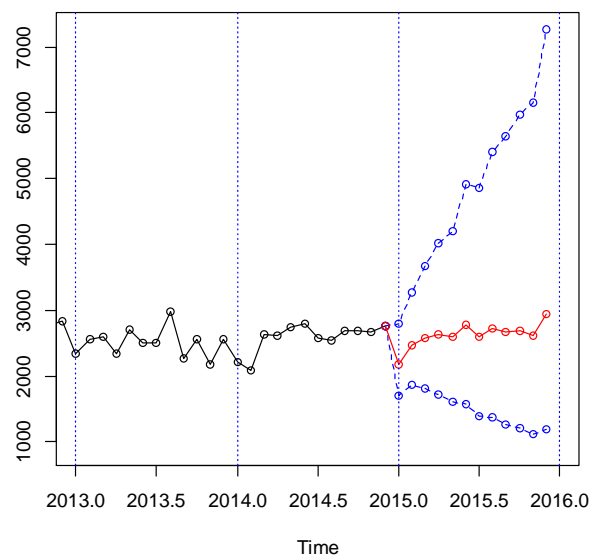
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```

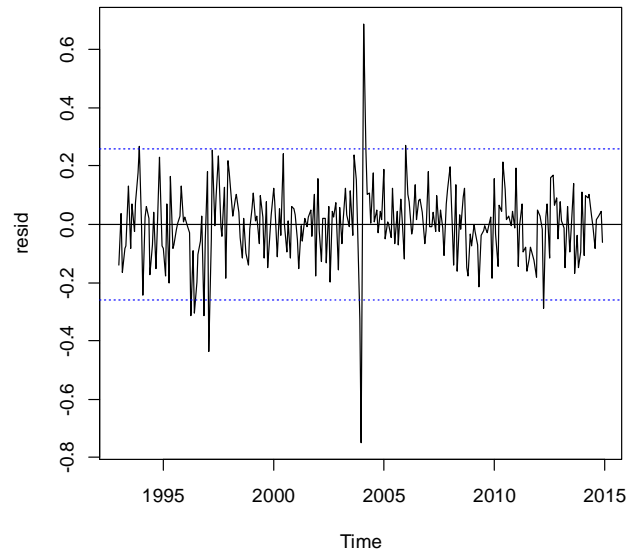


		tl	pr	tu
Jan	2015	1694.051	2179.133	2803.117
Feb	2015	1857.731	2465.046	3270.900
Mar	2015	1811.048	2575.658	3663.079
Apr	2015	1717.556	2627.771	4020.352
May	2015	1600.924	2591.323	4194.424
Jun	2015	1566.363	2773.465	4910.807
Jul	2015	1390.357	2598.043	4854.743
Aug	2015	1366.278	2715.352	5396.513
Sep	2015	1267.637	2674.884	5644.364
Oct	2015	1205.905	2684.845	5977.580
Nov	2015	1108.833	2613.564	6160.275
Dec	2015	1184.011	2932.716	7264.142

Validació del segon model:

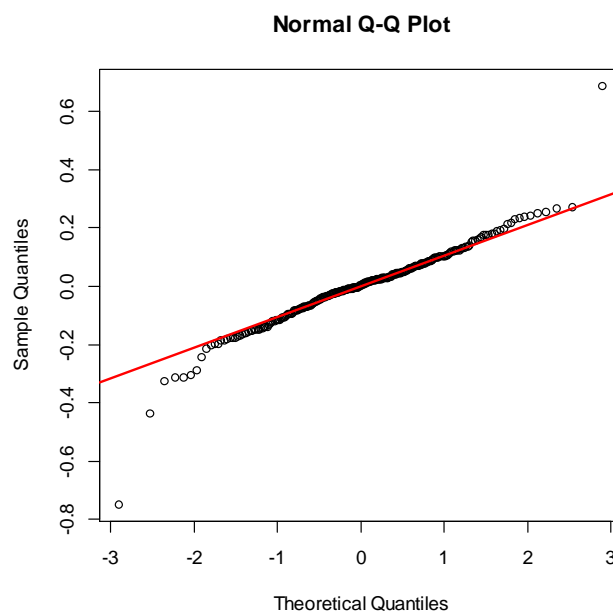
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



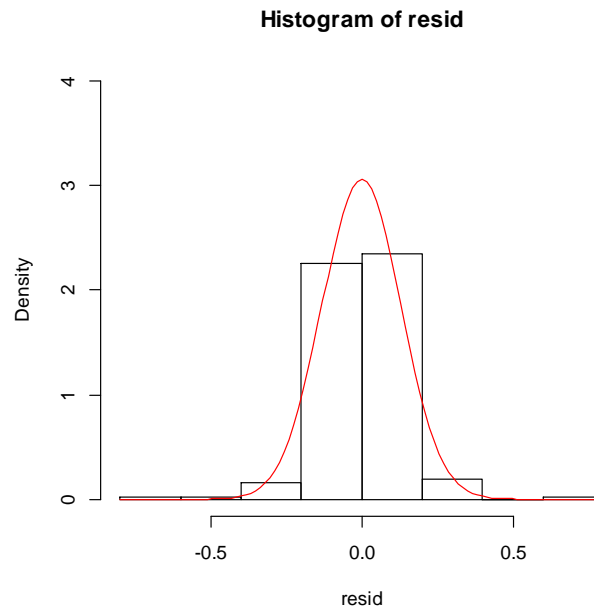
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



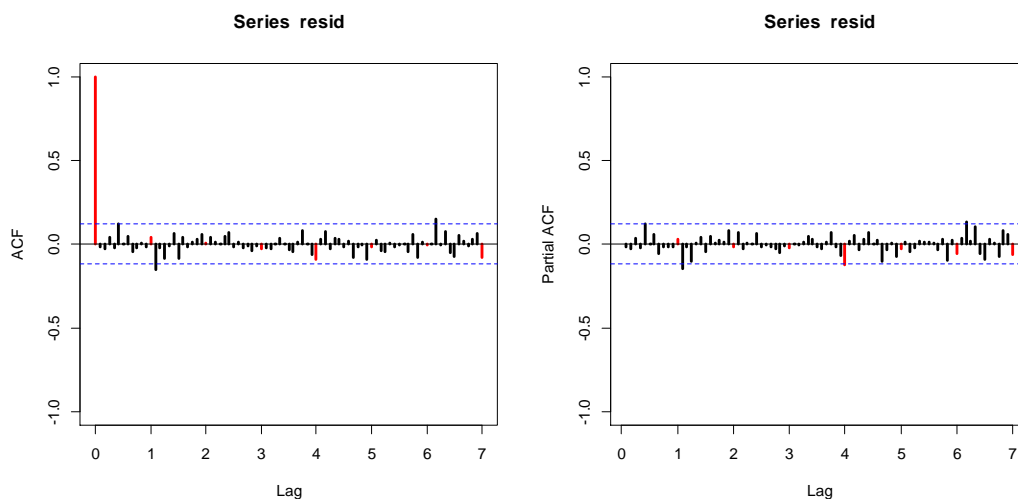
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,4),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



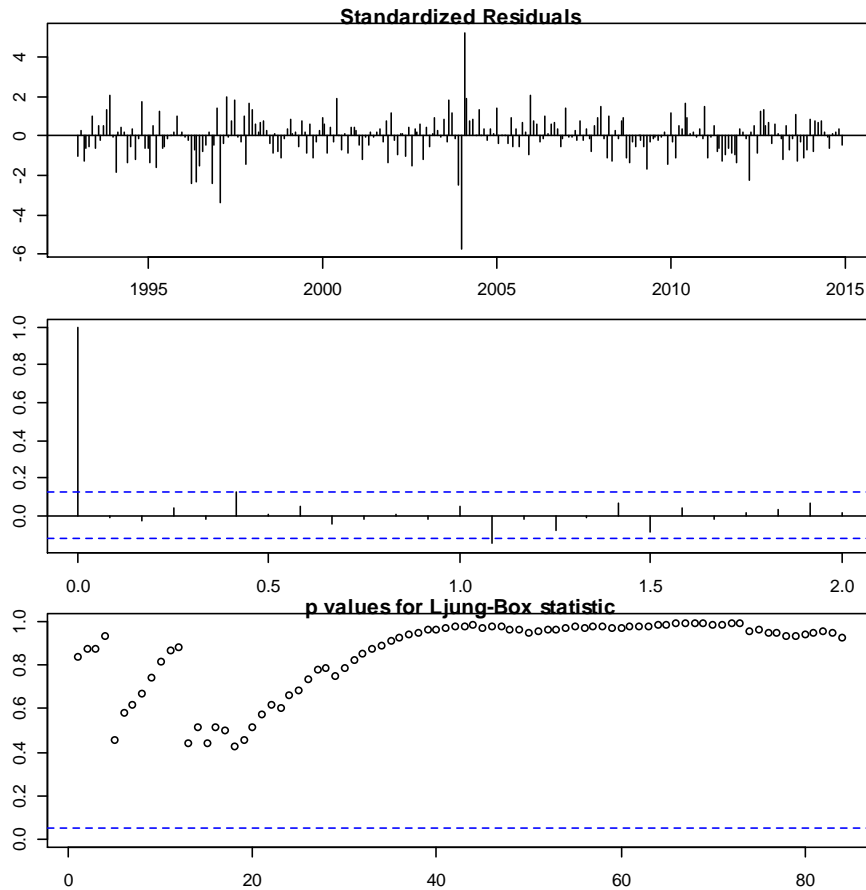
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.13053989	0.31641220	0.26002429	0.25991272	0.24736721	0.23817684
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.22868933	0.21972634	0.21108088	0.20278336	0.19481022	-0.64399713
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.07129481	-0.09026148	-0.05018573	-0.05661694	-0.05245722	-0.05083969
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
-0.04873847	-0.04684578	-0.04499854	-0.04323059	-0.04153061	-0.03989783
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.03832916	-0.03682218	-0.03537445	-0.03398364	-0.03264752	-0.03136392
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
-0.03013079	-0.02894615	-0.02780808	-0.02671475	-0.02566441	-0.02465537

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
0.130539892	0.299371535	0.179639952	0.107794191	0.064682647	0.038813268
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
0.023290169	0.013975426	0.008386051	0.005032108	0.003019551	-0.829336222
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
0.109585231	0.249474499	0.149698892	0.089827851	0.053901821	0.032344159
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
0.019408335	0.011646105	0.006988326	0.004193393	0.002516274	-0.689297297
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
0.091083929	0.207351683	0.124422806	0.074660762	0.044800705	0.026882971
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
0.016131312	0.009679705	0.005808374	0.003485355	0.002091411	-0.572908147

Estacionarietat i invertibilitat:

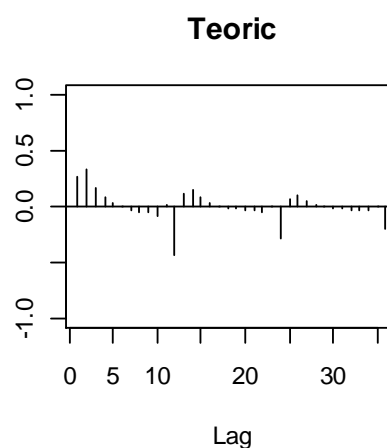
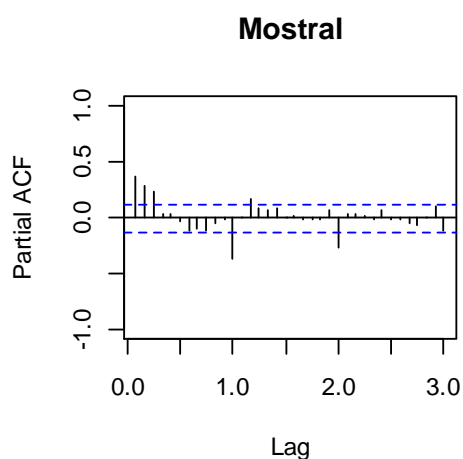
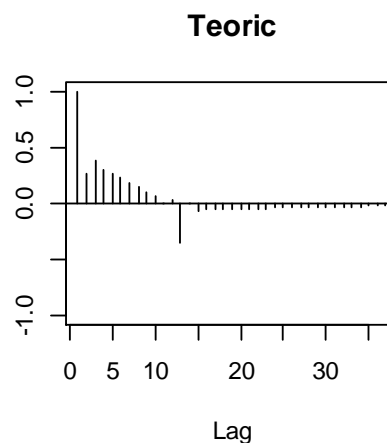
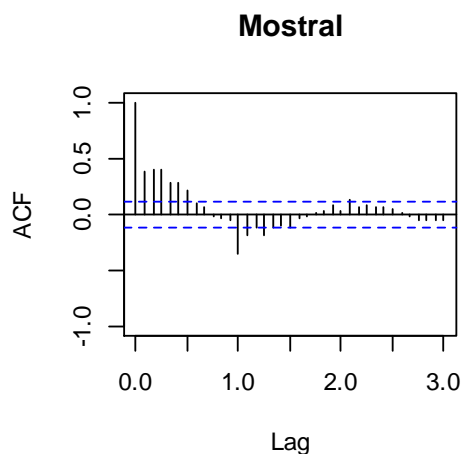
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.040926 4.346193
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.015532 1.015532 1.015532 1.015532 1.015532 1.015532 1.015532 1.015532  
[9] 1.015532 1.015532 1.015532 1.015532 1.666509
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(d12lnapb,order=c(2,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod

mod2=arima(d12lnapb2,order=c(2,0,1),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod2
```

Call:

```
arima(x = d12lnapb, order = c(2, 0, 1), seasonal = list(order = c(0, 0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ma1	smal	intercept
	0.7306	0.2210	-0.6001	-0.8311	0.0040
s.e.	0.0845	0.0754	0.0686	0.0466	0.0133

sigma^2 estimated as 0.01691: log likelihood = 156.99, **aic = -301.97**

```

Call:
arima(x = dl2lnapb2, order = c(2, 0, 1), seasonal = list(order = c(0,
0, 1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ar2          ma1          sma1  intercept
      0.7359   0.2197  -0.6019  -0.8294         0.0013
s.e.   0.0860   0.0772   0.0694   0.0498         0.0155

sigma^2 estimated as 0.01746:  log likelihood = 145.6,  aic = -279.20

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(20
13,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

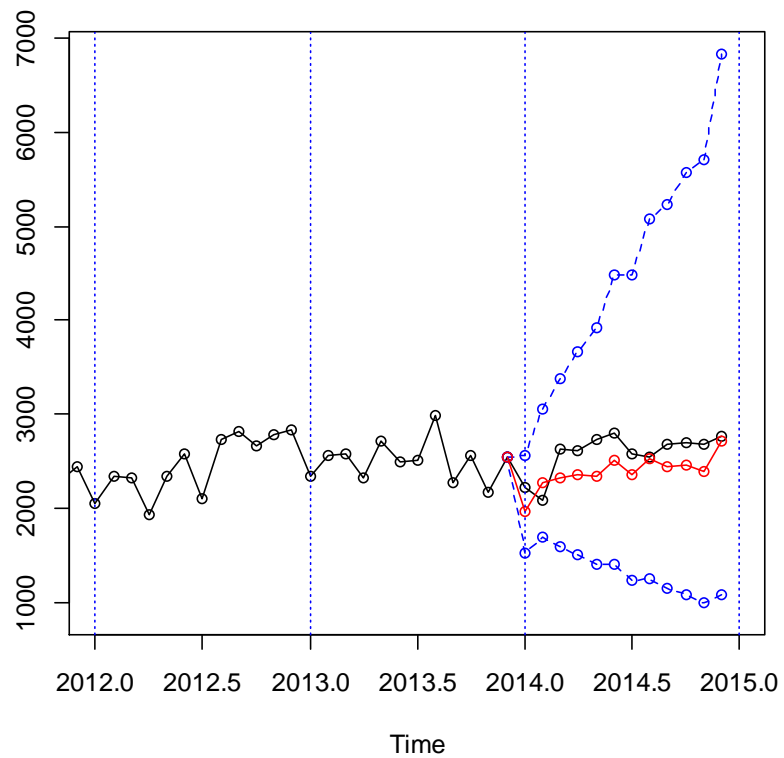
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apb	error
Jan	2014	1524.4165	1975.049	2558.894	2215.757	240.70770
Feb	2014	1694.6333	2273.118	3049.075	2082.015	-191.10253
Mar	2014	1593.0983	2320.530	3380.116	2626.557	306.02746
Apr	2014	1511.1448	2356.713	3675.424	2616.908	260.19460
May	2014	1403.7014	2344.035	3914.295	2735.923	391.88765
Jun	2014	1412.5907	2518.078	4488.716	2792.701	274.62267
Jul	2014	1244.4558	2362.804	4486.172	2581.159	218.35505
Aug	2014	1249.4938	2521.007	5086.440	2544.387	23.38009
Sep	2014	1142.6229	2444.462	5229.542	2685.243	240.78105
Oct	2014	1087.1475	2460.870	5570.434	2693.291	232.42060
Nov	2014	997.7734	2384.875	5700.323	2675.511	290.63559
Dec	2014	1075.9727	2710.279	6826.949	2759.561	49.28237

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.1087219
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 1.054172

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

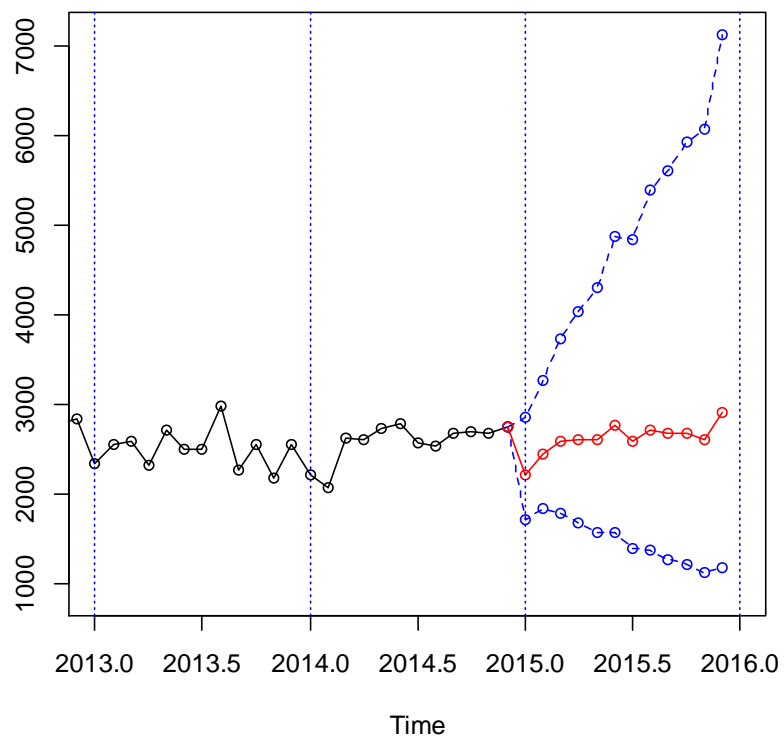
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	1716.352	2214.674	2857.678
Feb	2015	1833.985	2446.530	3263.663
Mar	2015	1787.768	2585.198	3738.320
Apr	2015	1689.506	2610.526	4033.632
May	2015	1582.281	2612.311	4312.870
Jun	2015	1578.164	2775.095	4879.819
Jul	2015	1387.583	2592.697	4844.451
Aug	2015	1374.438	2722.292	5391.930
Sep	2015	1276.087	2673.095	5599.489
Oct	2015	1214.382	2684.458	5934.143
Nov	2015	1120.267	2607.784	6070.463
Dec	2015	1190.116	2911.426	7122.331

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el primer model:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(5,0,0)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B^{12})\log X_t$$

En l'aplicació del model es detecta un paràmetre no significatiu i s'ha de treballar sense constant amb el següent resultat:

Call:

```
arima(x = lnapb, order = c(5, 0, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12), fixed = c(NA, NA, NA, 0, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	smal
	0.1504	0.2883	0.2358	0	0.1932	-0.8394
s.e.	0.0585	0.0582	0.0610	0	0.0616	0.0468

sigma^2 estimated as 0.01667: log likelihood = 158.48, **aic = -304.97**

$$(1 - 0.1504B - 0.2883B^2 - 0.2358B^3 - 0.1932B^5)W_t =$$

$$= (1 + 0.8394B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.01667)$$

Estudi del primer model considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(mod,dif=c(0,12),crit=2.6,LS=T)
#mod.atip$atip[,1]=mod.atip$atip[,1]+12
#S'estima el model per a la sèrie diferenciada d'ordre 12.

atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],1994+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
7	12	AO	0.2876381	3.331225	Dic 1992	133.32747
6	23	AO	0.2890318	3.279129	Nov 1993	133.51341
4	40	LS	-0.2602635	4.167616	Abr 1995	77.08484
3	50	AO	-0.4475571	4.723503	Feb 1996	63.91877
5	60	LS	0.2030072	3.317672	Dic 1996	122.50813
9	129	LS	0.1757368	3.095527	Sep 2002	119.21242
8	132	AO	-0.2605854	3.068994	Dic 2002	77.06004
1	133	AO	-0.8645318	8.405974	Ene 2003	42.12487
2	134	AO	0.4659145	4.717215	Feb 2003	159.34707
10	232	AO	-0.2576230	3.082332	Abr 2011	77.28866

```

> mod.atip$sigma2
[1] 0.007822654

```

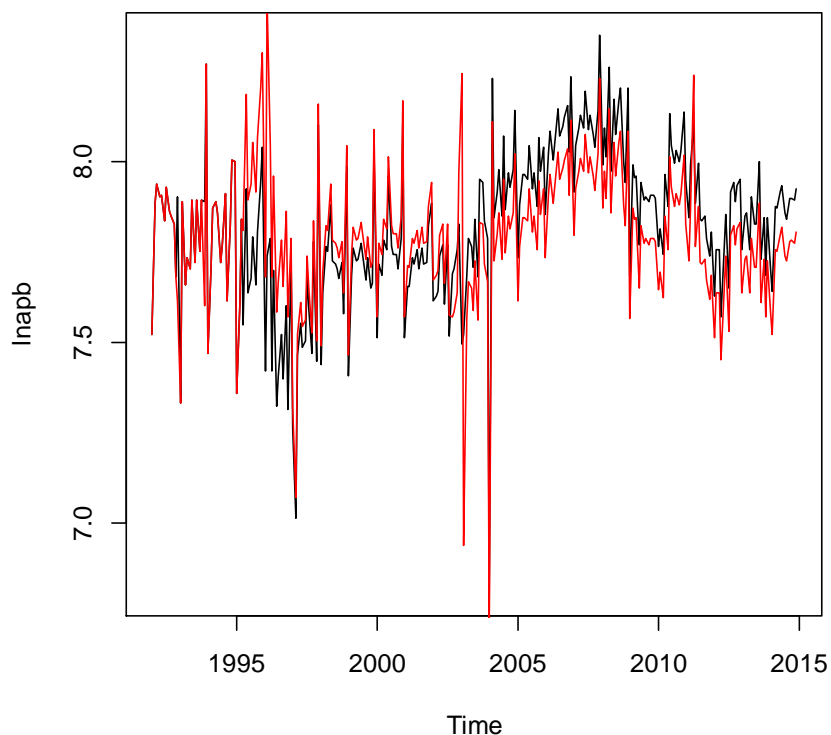
El significat d'aquestes dades atípiques es comentarà àmpliament en el proper capítol.

Linealització de la sèrie després d'aplicar logaritme:

```

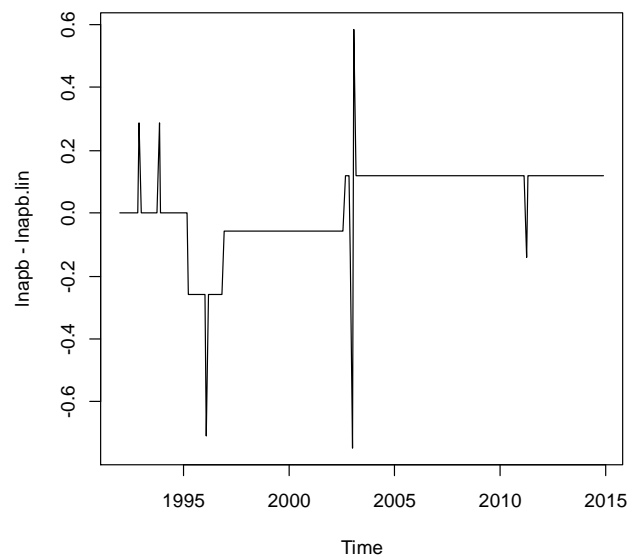
lnapb.lin=lineal(lnapb,mod.atip$atip)
plot(lnapb)
lines(lnapb.lin,col=2)

```



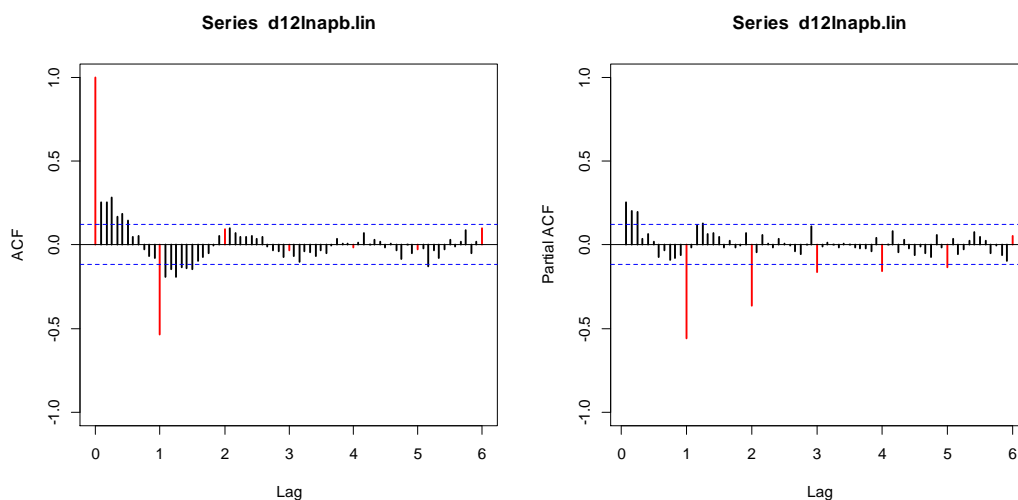
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapb-lnapb.lin)
```



Diferenciació estacional i gràfica ACF i PACF després de la diferenciació:

```
d12lnapb.lin=diff(lnapb.lin,12)
acf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Model ARIMA:

```
mod.lin=arima(d12lnapb.lin,order=c(5,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))  
mod.lin
```

Call:

```
arima(x = d12lnapb.lin, order = c(5, 0, 0), seasonal = list(order =  
c(0, 0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

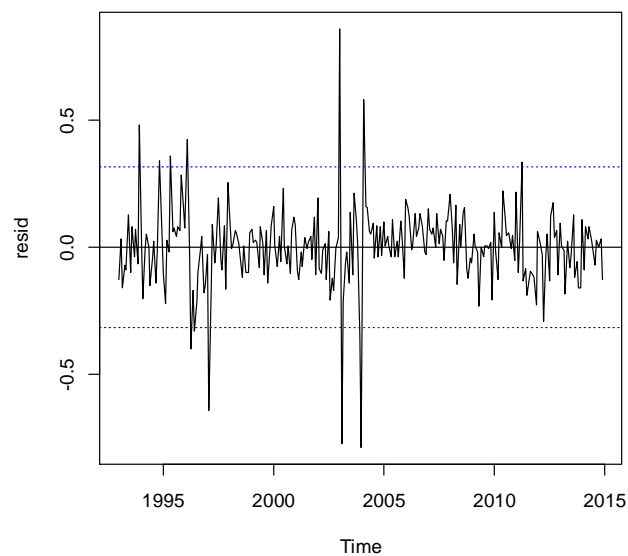
	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	sma1	intercept
	0.1018	0.1966	0.2107	0.077	0.1366	-0.9614	-0.0011
s.e.	0.0619	0.0612	0.0609	0.061	0.0617	0.0907	0.0049

sigma^2 estimated as 0.02484: log likelihood = 98.73, **aic = -181.46**

Validació:

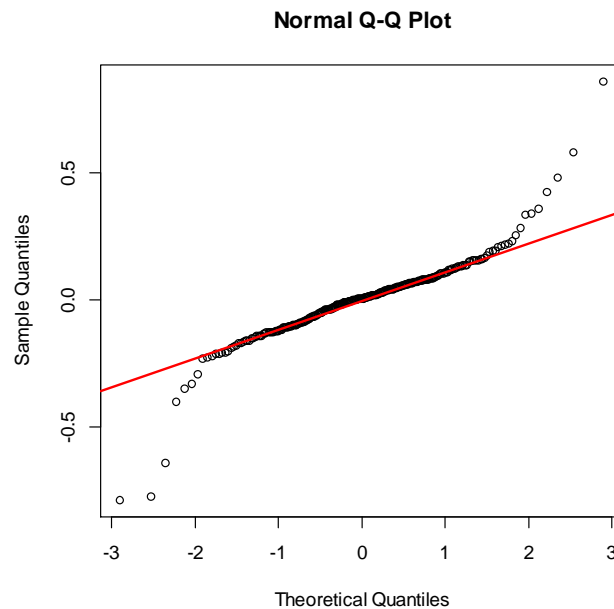
Gràfica del residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



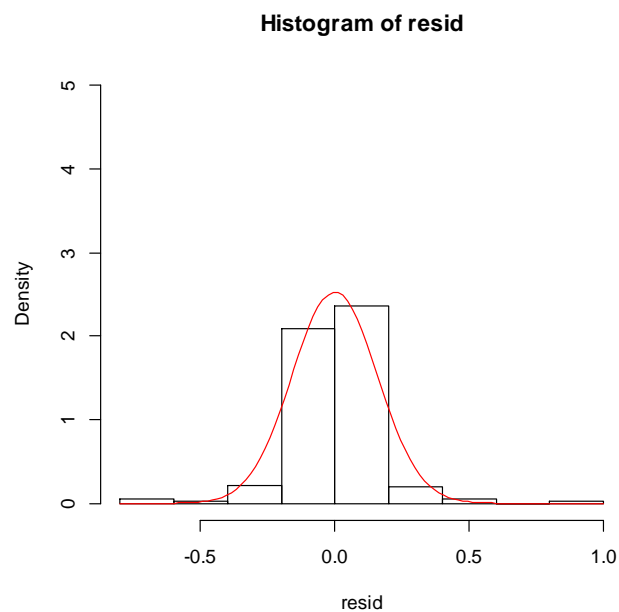
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



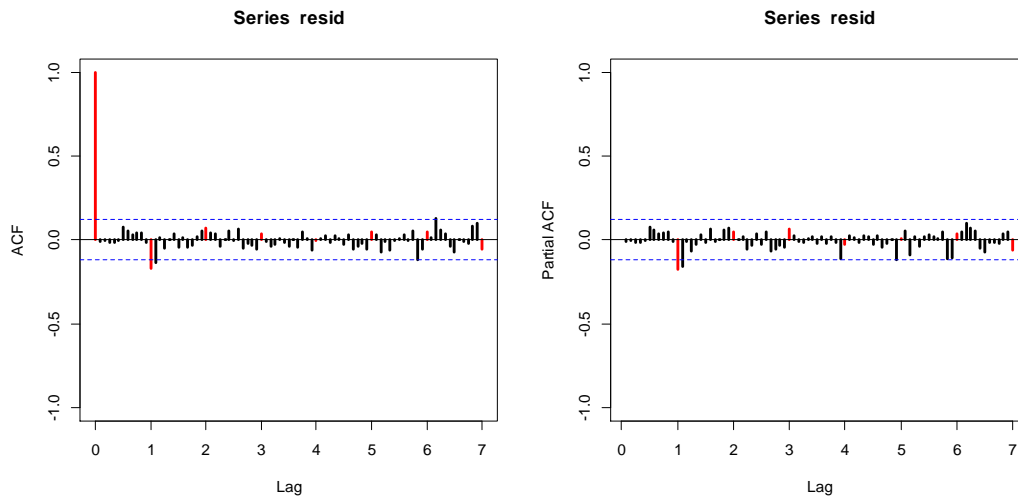
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,12),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



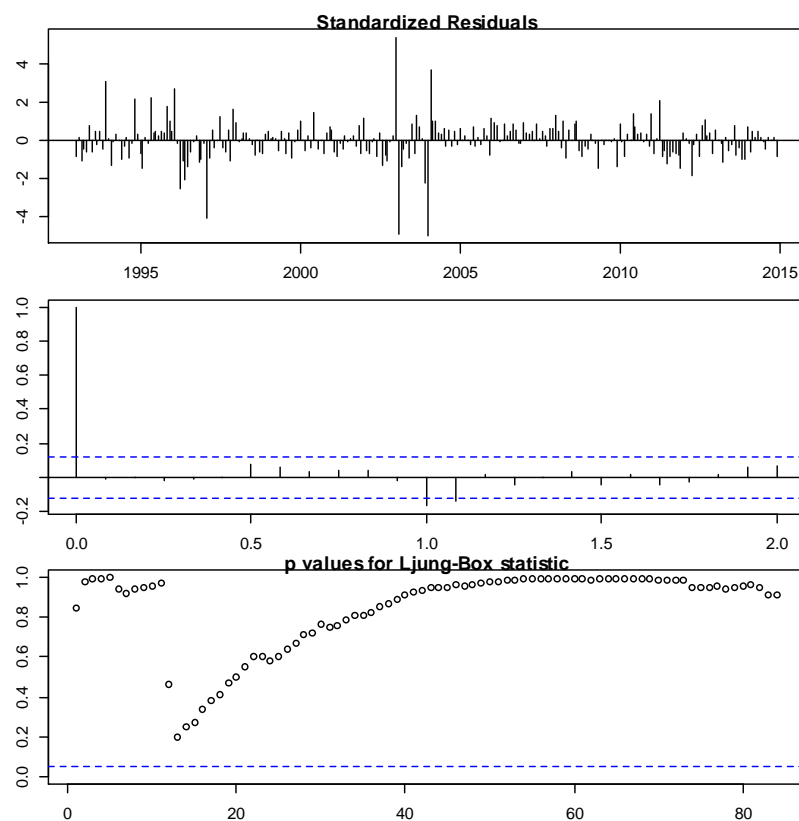
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
0.10178110	0.20695140	0.25177126	0.16471772	0.25431531	0.14114680
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.14671795	0.14333831	0.11524785	0.11642901	0.09528288	-0.87349451
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
-0.01718992	-0.12869036	-0.17728207	-0.10117409	-0.19292130	-0.08913147
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
-0.09954109	-0.10030830	-0.07722797	-0.08176924	-0.06447745	-0.06022843
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.05568188	-0.04793681	-0.04464903	-0.03914447	-0.03537559	-0.03199990
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
-0.02844445	-0.02575203	-0.02302570	-0.02069508	-0.01861980	-0.01668301

Expressió del model com un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
0.10178110	0.19659201	0.21069817	0.07696208	0.13661638	0.00000000
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.96143972
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
0.09785639	0.18901136	0.20257359	0.07399440	0.13134841	0.00000000
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.92436633
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
0.09408302	0.18172303	0.19476230	0.07114115	0.12628358	0.00000000
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.88872250

Estacionarietat i invertibilitat:

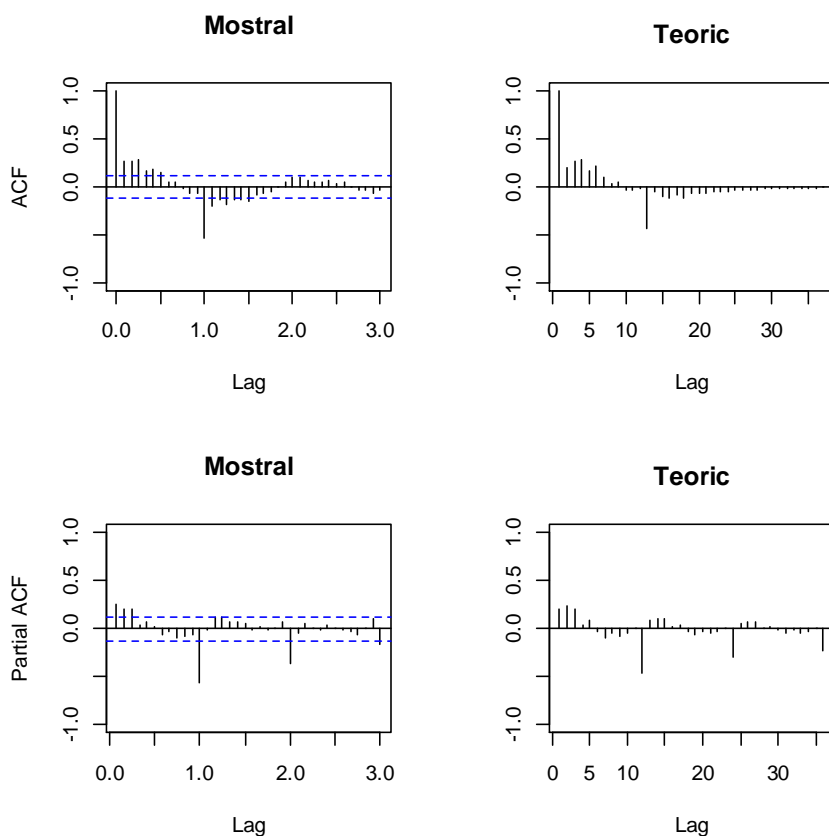
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.113447 1.513403 1.513403 1.694179 1.694179
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.003282 1.003282 1.003282 1.003282 1.003282 1.003282 1.003282 1.003282  
[9] 1.003282 1.003282 1.003282 1.003282
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
lnapb2.lin=window(lnapb.lin,end=c(2013,12))
d12lnapb2.lin=window(d12lnapb.lin,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod.lin=arima(d12lnapb.lin,order=c(5,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod.lin

mod2.lin=arima(d12lnapb2.lin,order=c(5,0,0),seasonal=list(order=c(0,0,1),period=12))
mod2.lin
```

```
Call:
arima(x = d12lnapb.lin, order = c(5, 0, 0), seasonal = list(order = c(0, 0, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	smal	intercept
	0.1018	0.1966	0.2107	0.077	0.1366	-0.9614	-0.0011
s.e.	0.0619	0.0612	0.0609	0.061	0.0617	0.0907	0.0049

sigma^2 estimated as 0.02484: log likelihood = 98.73, **aic = -181.46**


```
Call:
arima(x = d12lnapb2.lin, order = c(5, 0, 0), seasonal = list(order =
c(0, 0, 1), period = 12))

Coefficients:
          ar1      ar2      ar3      ar4      ar5      sma1  intercept
      0.1061   0.1961   0.2127   0.0786   0.1355  -0.9763   -0.0013
s.e.   0.0633   0.0629   0.0625   0.0627   0.0635   0.1597    0.0053

sigma^2 estimated as 0.02549:  log likelihood = 88.96,  aic = -161.92
```

Capacitat de previsió:

```
predl=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(predl$pred,12,xi=window(lnapb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(20
13,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

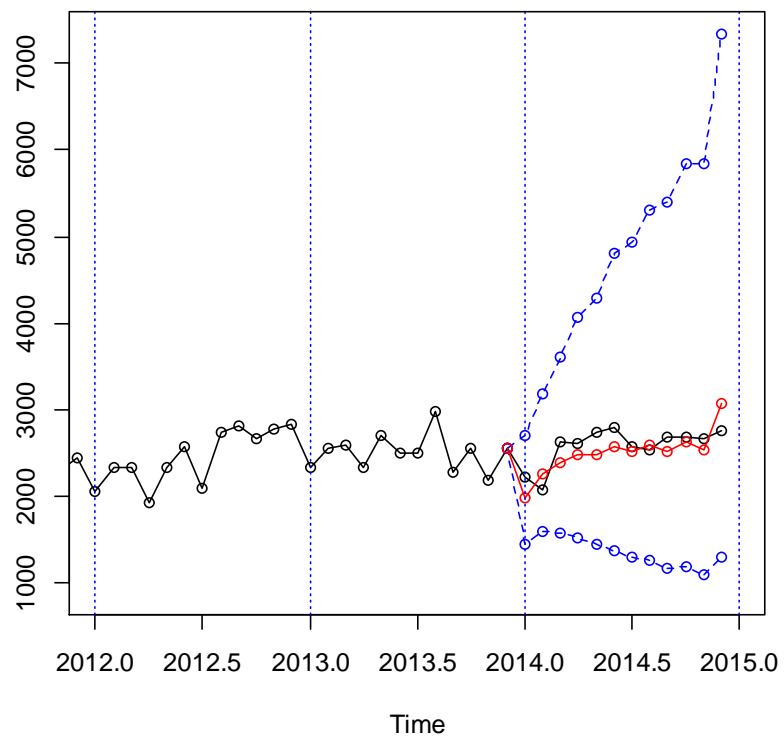
#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```



	tl	pr	tu	apb	error
Jan 2014	1445.637	1976.810	2703.153	2215.757	238.94708
Feb 2014	1594.278	2253.631	3185.676	2082.015	-171.61620
Mar 2014	1585.059	2390.783	3606.077	2626.557	235.77406
Apr 2014	1521.344	2485.682	4061.289	2616.908	131.22568
May 2014	1443.838	2487.129	4284.283	2735.923	248.79405
Jun 2014	1378.762	2573.115	4802.075	2792.701	219.58622
Jul 2014	1292.709	2524.748	4931.000	2581.159	56.41147
Aug 2014	1264.344	2587.807	5296.617	2544.387	-43.42045
Sep 2014	1176.284	2520.700	5401.696	2685.243	164.54291
Oct 2014	1181.603	2628.053	5845.164	2693.291	65.23830
Nov 2014	1096.106	2530.668	5842.759	2675.511	144.84280
Dec 2014	1293.254	3079.448	7332.667	2759.561	-319.88692

```

> mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.lin.EQM
[1] 0.06492655
> mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.lin.EAM
[1] 0.7942188

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

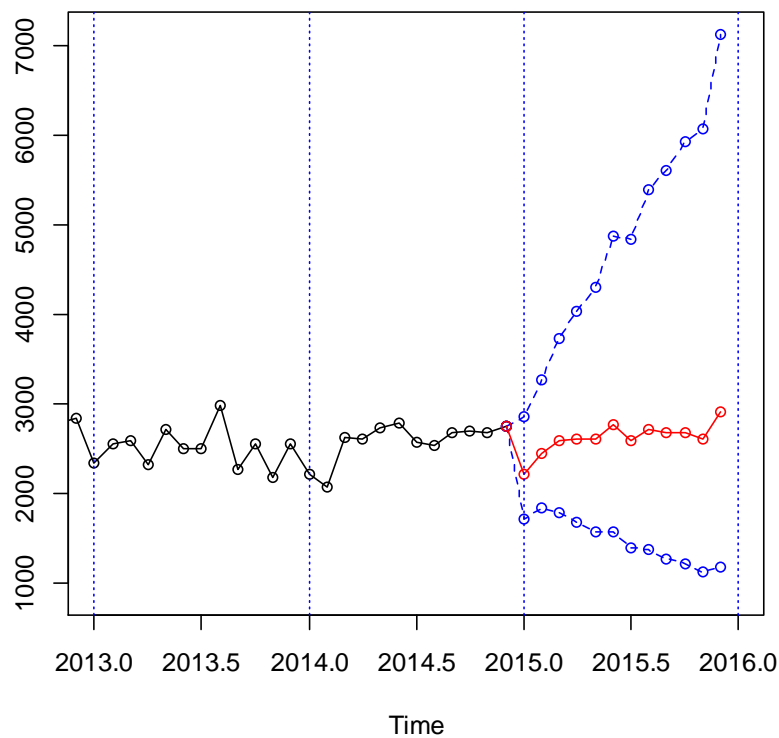
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2011+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	1716.352	2214.674	2857.678
Feb	2015	1833.985	2446.530	3263.663
Mar	2015	1787.768	2585.198	3738.320
Apr	2015	1689.506	2610.526	4033.632
May	2015	1582.281	2612.311	4312.870
Jun	2015	1578.164	2775.095	4879.819
Jul	2015	1387.583	2592.697	4844.451
Aug	2015	1374.438	2722.292	5391.930
Sep	2015	1276.087	2673.095	5599.489
Oct	2015	1214.382	2684.458	5934.143
Nov	2015	1120.267	2607.784	6070.463
Dec	2015	1190.116	2911.426	7122.331

Primer model amb atípics:

$X_t \sim \text{ARIMA}(5,0,0)(0,0,1)_{12}$ sense constant

$$\log X_t = \log X_{\text{lin}_t} + \sum_{i=1}^{10} \omega_i I_i(t)$$

$$W_{\text{lin}_t} = (1 - B^{12}) \log X_{\text{lin}_t}$$

En l'aplicació del model es detecten paràmetres no significatius i s'ha de treballar sense constant amb el següent resultat:

Call:

```
arima(x = lnapb.lin, order = c(5, 0, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12), fixed = c(0, NA, NA, 0, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	smal
	0	0.2363	0.2487	0	0.1603	-1.000
s.e.	0	0.0592	0.0591	0	0.0608	0.139

sigma^2 estimated as 0.02453: log likelihood = 95.93, **aic = -181.85**

$$(1 - 0.2363B^2 - 0.2487B^3 - 0.1603B^5)W_{\text{lin}_t} =$$

$$= (1 - B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.02453)$$

A la vista del model obtingut s'observa que no és vàlid i que hi ha arrels en el cercle unitat, davant d'aquesta situació es prova un nou model que respongui millor al tractament de la sèrie amb dades atípiques:

Call:

```
arima(x = lnapb.lin, order = c(3, 0, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	smal
	0.1556	0.2526	0.2458	-0.9106
s.e.	0.0598	0.0596	0.0598	0.0467

sigma^2 estimated as 0.02558: log likelihood = 98.63, **aic = -187.26**

Tots els paràmetres són significatius i els valors d'EQM i d'EAM són els següents:

mod.lin.EQM: **0.0695935**

mod.lin.EAM: **0.8226002**

$X_t \sim \text{ARIMA}(3,0,0)(0,0,1)_{12}$ sense constant

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^{10} \omega_i I_i(t)$$

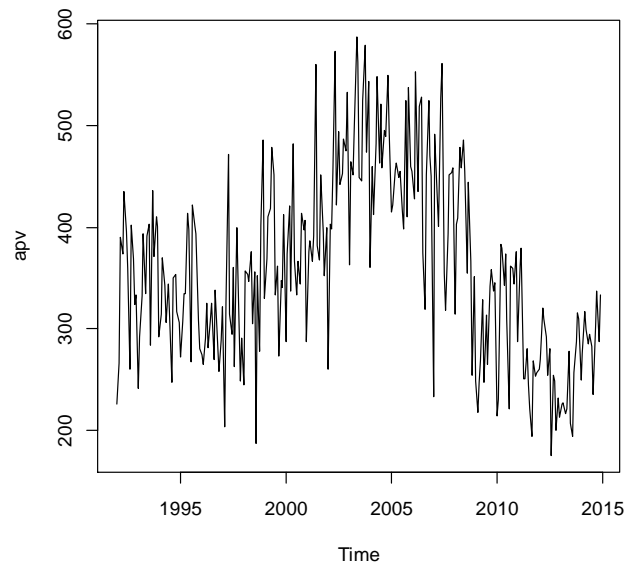
$$W_{lin_t} = (1 - B^{12}) \log X_{lin_t}$$

$$\begin{aligned} & (1 - 0.1556B - 0.2526B^2 - 0.2458B^3) W_{lin_t} = \\ & = (1 - 0.9106B^{12}) Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.02558) \end{aligned}$$

3.8. Port de Pasajes: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.

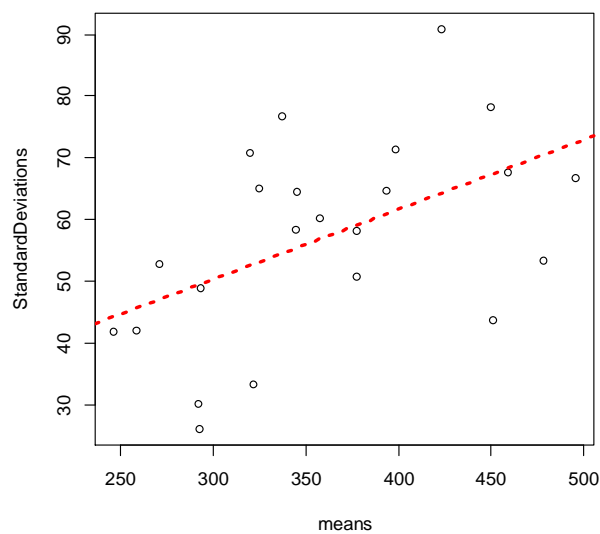
Lectura i gràfica de les dades:

```
apv=ts(read.table("APPasajes-FM2015.txt")[,1]/1000,start=1992,freq=12)
plot(apv)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apv)%/%12*12
m=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))
```



```

Call:
lm(formula = s ~ m)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-23.7075  -7.0052  -0.7063   9.4888  26.6013

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 16.50309    15.51928   1.063   0.2997
m           0.11276     0.04217   2.674   0.0142 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 14.34 on 21 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.254,    Adjusted R-squared:  0.2185
F-statistic: 7.152 on 1 and 21 DF,  p-value: 0.0142

```

p-valor<0.05 pendent significativa var. no ct. Heterocedasticitat

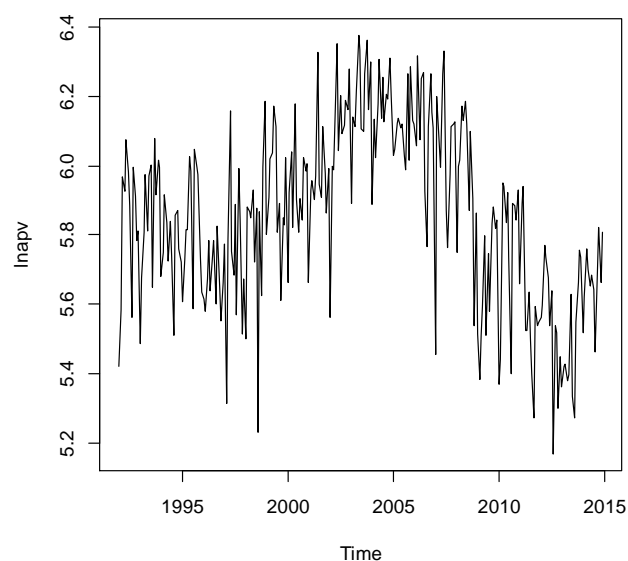
Com el p-valor és inferior a 0.05, la pendent de la recta és significativa, per tant, la variància no és constant, significant aquest fet existència d'heterocedasticitat.

Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

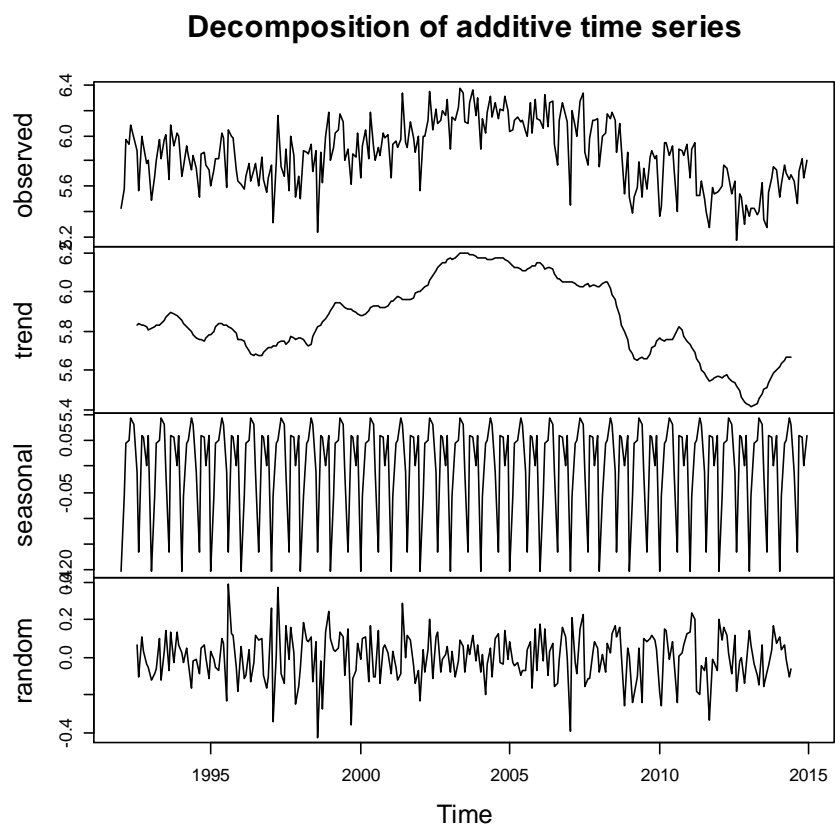
```

lnapv=log(apv)
plot(lnapv)

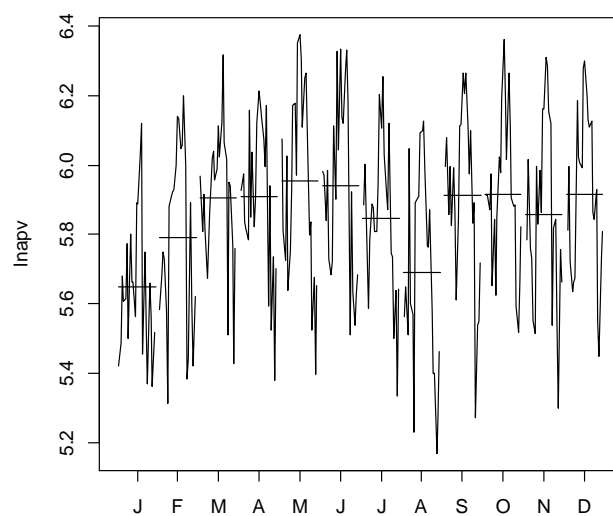
```



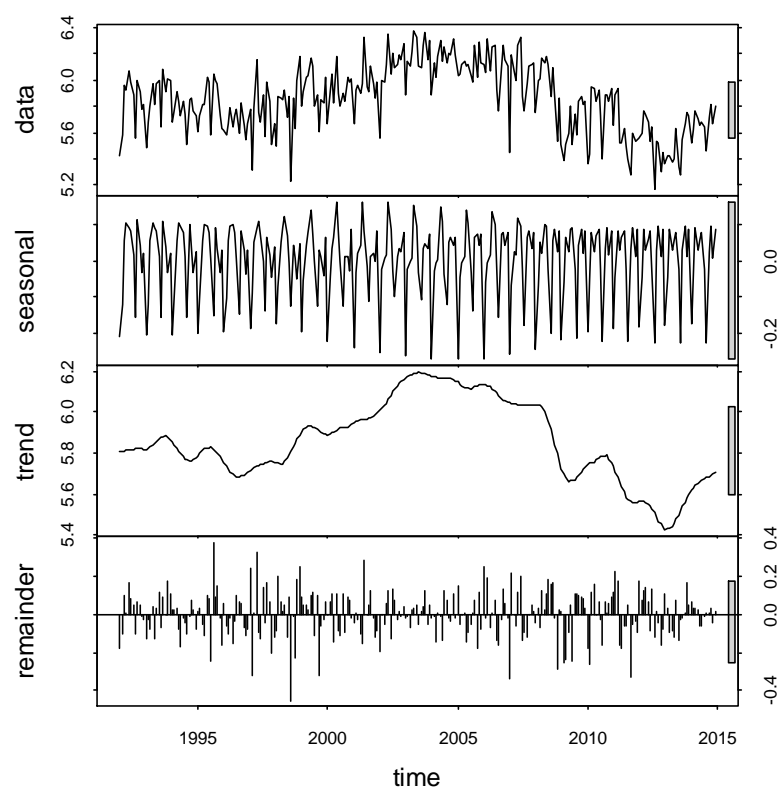
```
plot(decompose(lnapv))
```



```
monthplot(lnapv)
```




```
plot(stl(lnapv,s.window=12))
```

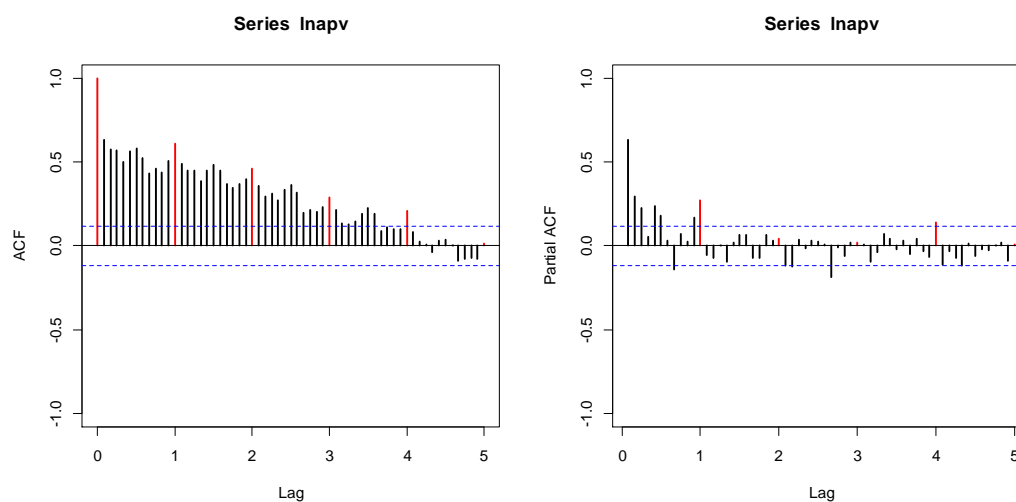


Del gràfic decompose es dedueix una component estacional negligible.

Es tractarà d'un model ARMA.

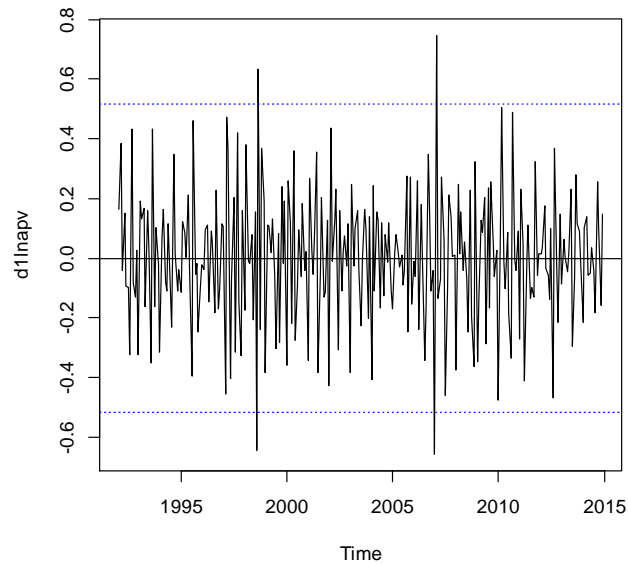
Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

```
acf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
win.graph()
pacf(lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
```



Diferenciació regular:

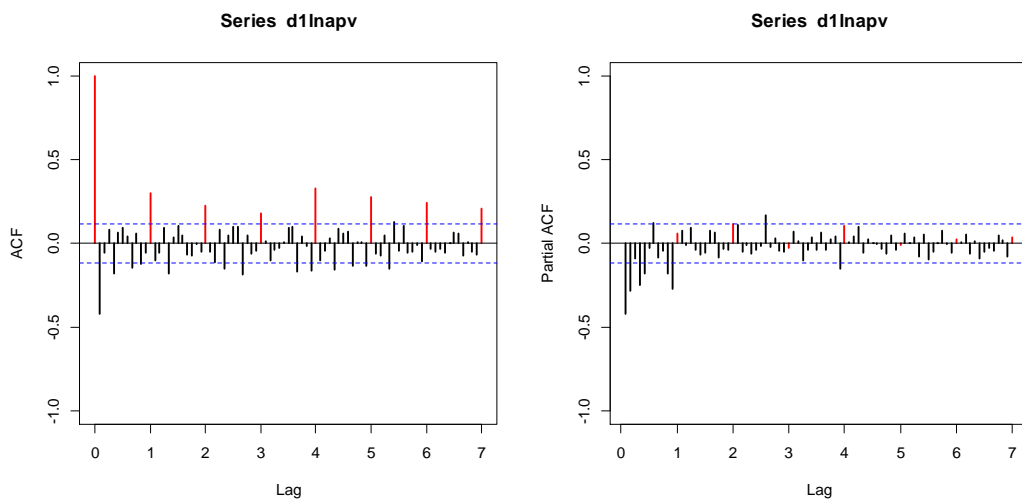
```
d1lnapv=diff(lnapv)
plot(d1lnapv)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapv),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapv),col=4,lty=3)
```



S'observen situacions relacionades amb atípics.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

```
acf(d1lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
win.graph()
pacf(d1lnapv,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=60)
```



Càlcul de variàncies:

```
var(lnapv)
var(d1lnapv)
```

```
var(lnapv)
0.06656283
var(d1lnapv)
0.04801433
```

S'ha de treballar amb la diferenciació regular donada que la variància després de dita diferenciació és molt més petita que treballant només amb la transformació logarítme.

Possibles models sense constant: MA(1), AR(11), ARMA(1,1). S'adjunta els resultats dels models així com el corresponent diagnòstic dels residus amb el test de Ljung-Box per tenir una idea aproximada del millor model.

Model MA(1):

```
Call:
arima(x = d1lnapv, order = c(0, 0, 1))

Coefficients:
      ma1  intercept
    -0.7828   -0.0002
s.e.    0.0476    0.0024

sigma^2 estimated as 0.03273:  log likelihood = 79.48,  aic = -152.96
```

Model AR(11)

```
Call:
arima(x = d1lnapv, order = c(11, 0, 0))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ar5      ar6      ar7      ar8
    -0.7306  -0.5616  -0.3931  -0.4342  -0.2895  -0.1759  -0.1489  -0.3114
s.e.    0.0577    0.0692    0.0748    0.0766    0.0807    0.0817    0.0804    0.0762
      ar9      ar10     ar11  intercept
    -0.3278  -0.3971  -0.3058     -3e-04
s.e.    0.0747    0.0691    0.0579      2e-03

sigma^2 estimated as 0.02676:  log likelihood = 106.33,  aic = -186.67
```

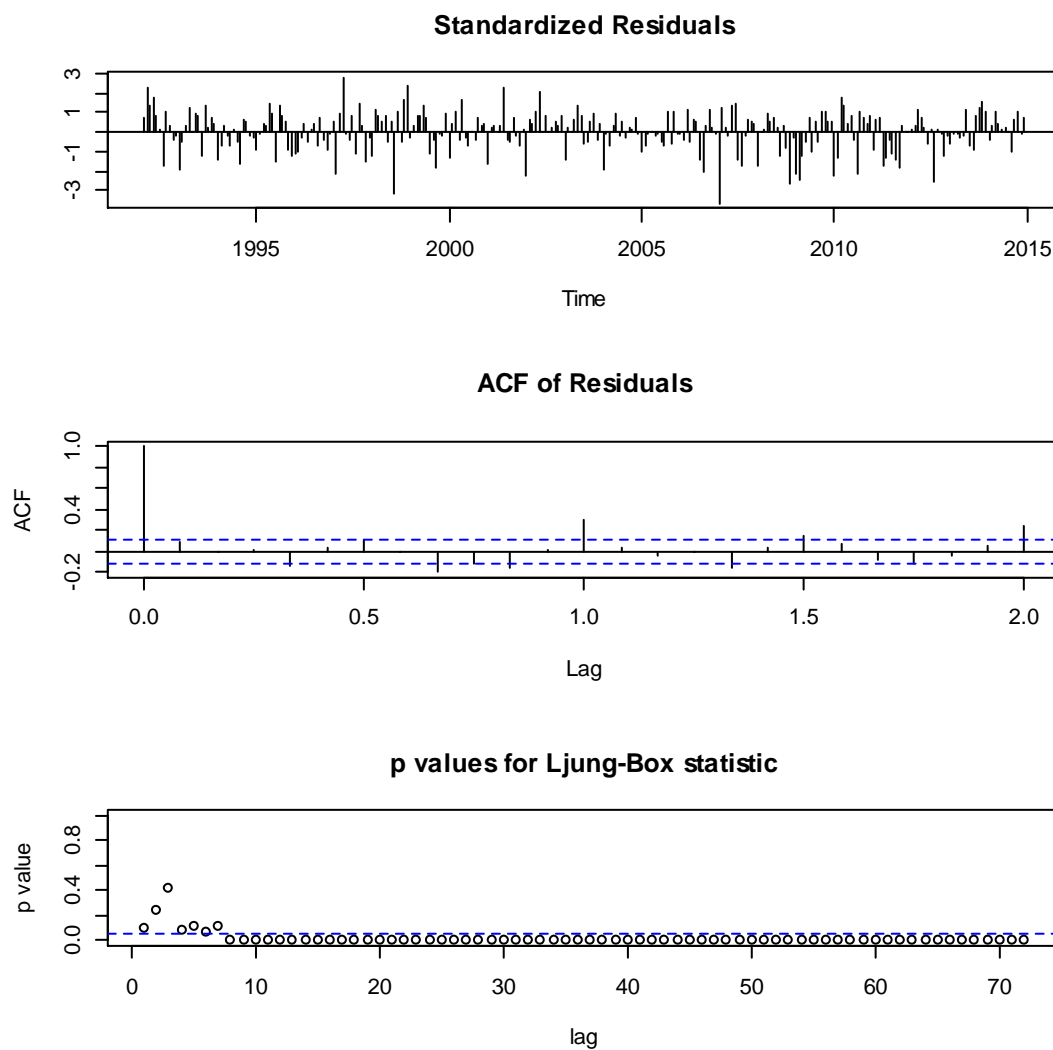
Model ARMA(1,1)

Call:
arima(x = dllnapv, order = c(1, 0, 1))

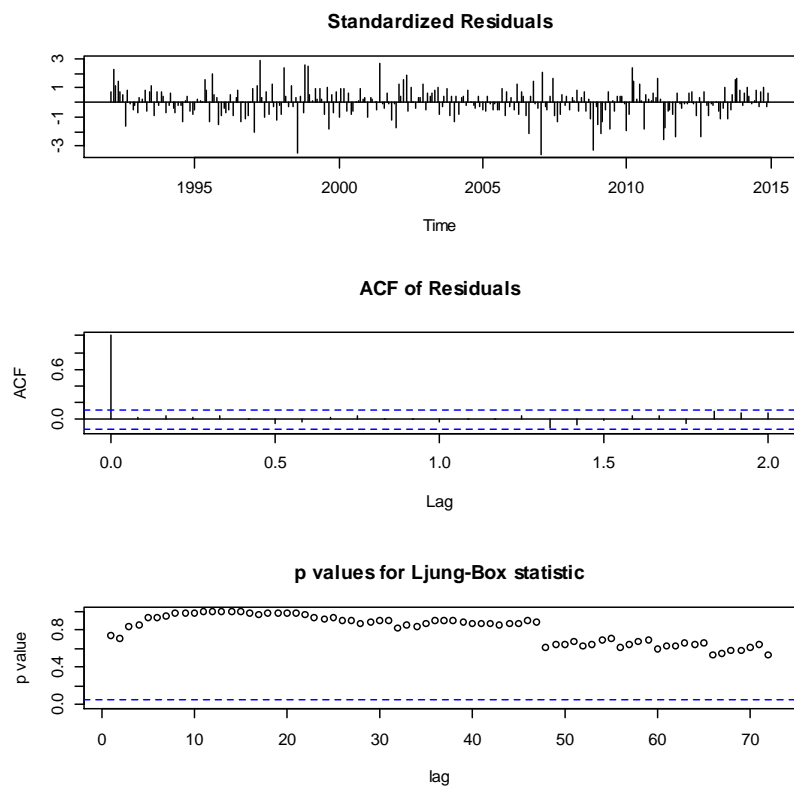
Coefficients:
 ar1 ma1 intercept
 0.1554 -0.8478 -3e-04
s.e. 0.0755 0.0414 2e-03

sigma^2 estimated as 0.03225: log likelihood = 81.49, aic = -154.98

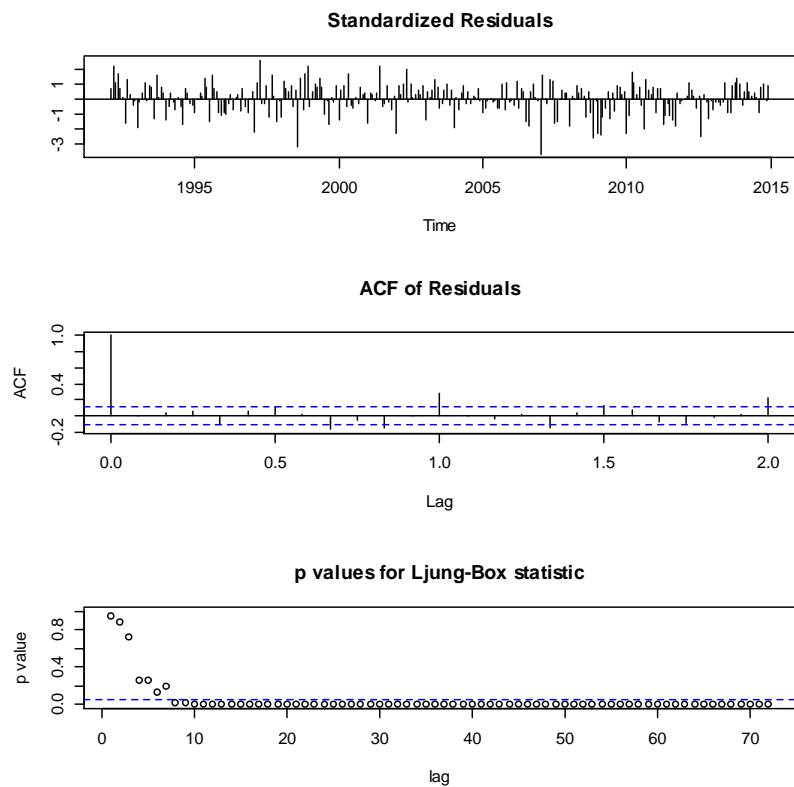
Test Ljung-Box pel model AR(1):



Test Ljung-Box pel model AR(11):



Test Ljung-Box pel model ARMA(1,1):

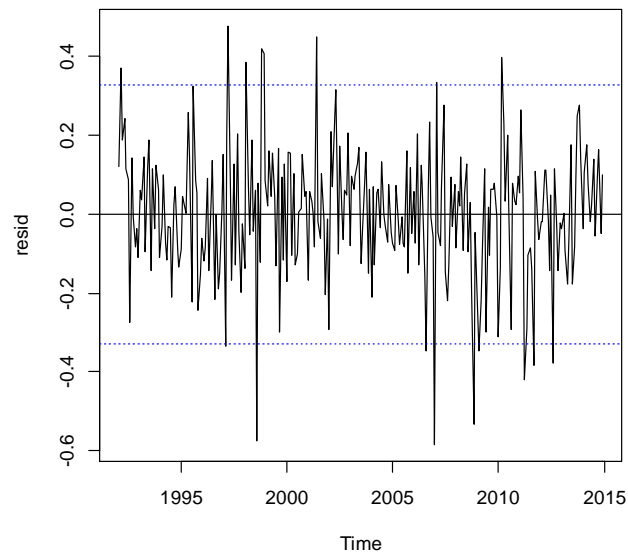


En base al test Ljung-Box el model escollit és AR(11).

Validació del model escollit:

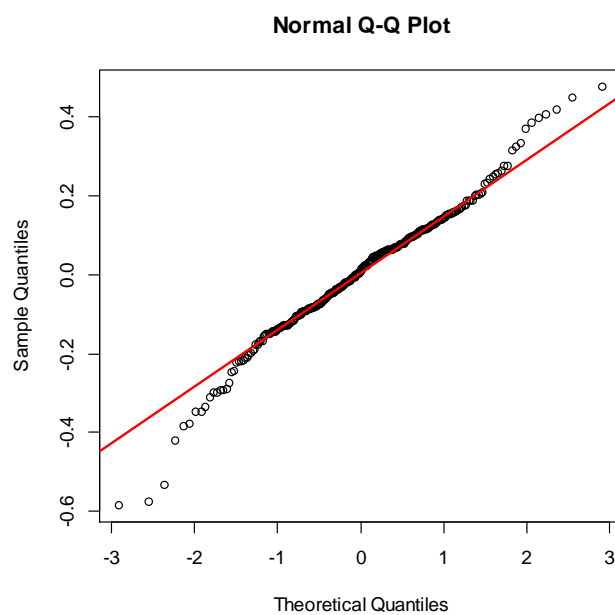
Gràfica dels residus:

```
plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid))),lty=3,col=4)
```



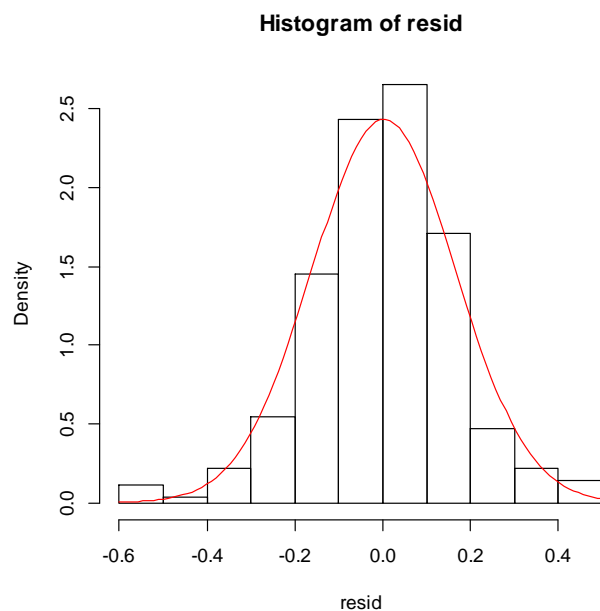
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



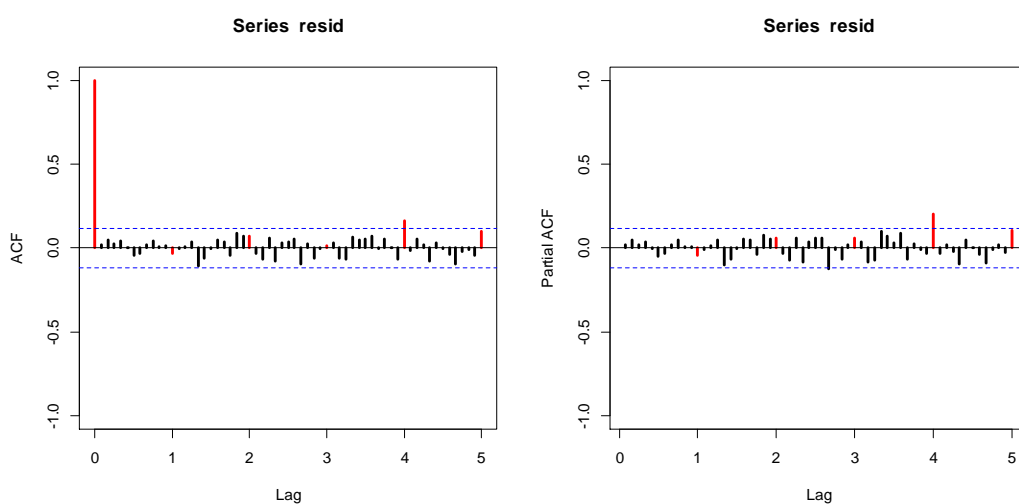
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



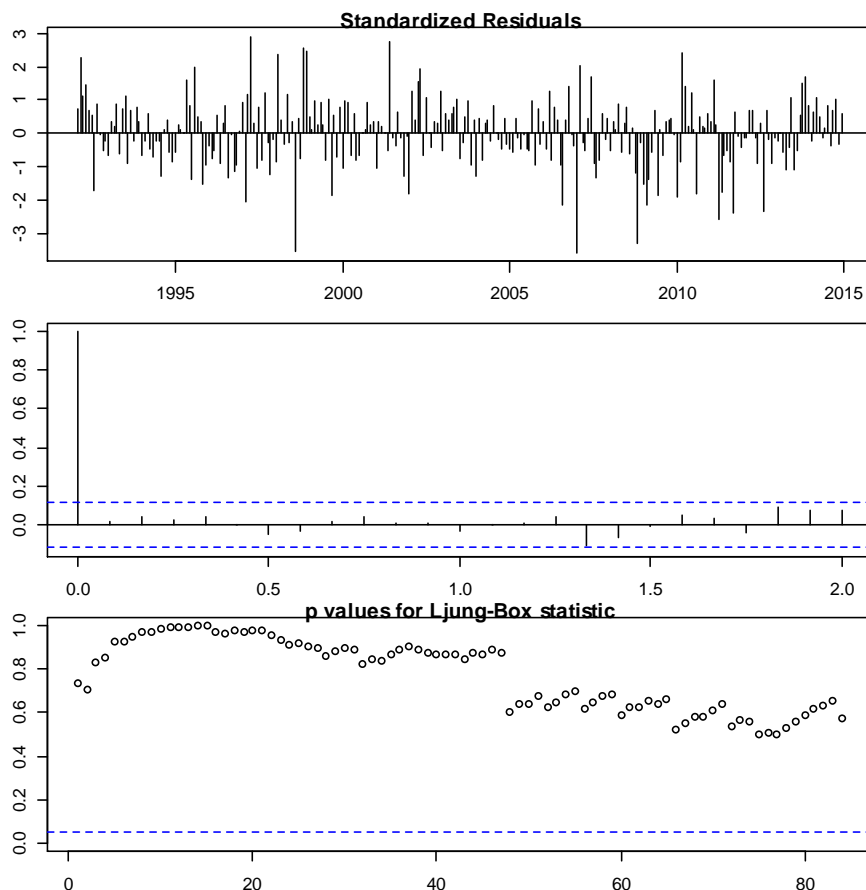
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)  
names(psis)=paste("psi",1:36)  
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
-0.730557680	-0.027907823	0.037541148	-0.158770569	0.133582530	0.024576747
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
-0.059161551	-0.162803945	0.027747037	-0.081473377	0.108342389	0.290971984
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
-0.195483612	0.001703525	-0.004061708	-0.049170764	0.091947064	0.049607754
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
-0.044475859	-0.082461164	-0.012108326	-0.051384331	0.062189407	0.090213351
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-0.062488455	-0.007345734	-0.016605948	-0.013071780	0.052779869	0.037784798
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
-0.017706590	-0.032333232	-0.015496036	-0.022544460	0.032096607	0.031511789

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5      pi 6      pi 7
-0.7305577 -0.5616223 -0.3931446 -0.4342331 -0.2895287 -0.1758794 -0.1488723
      pi 8      pi 9      pi 10     pi 11     pi 12     pi 13     pi 14
-0.3114471 -0.3277996 -0.3970519 -0.3058425  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 15     pi 16     pi 17     pi 18     pi 19     pi 20     pi 21
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 22     pi 23     pi 24     pi 25     pi 26     pi 27     pi 28
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 29     pi 30     pi 31     pi 32     pi 33     pi 34     pi 35
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 36
 0.0000000
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

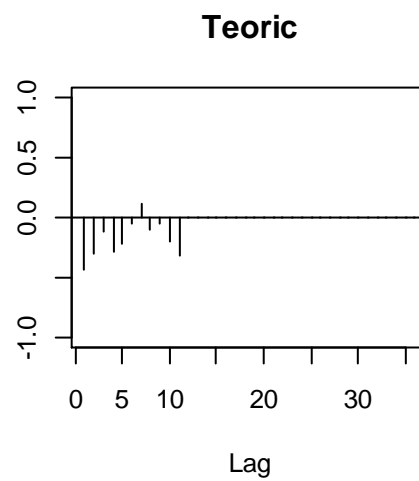
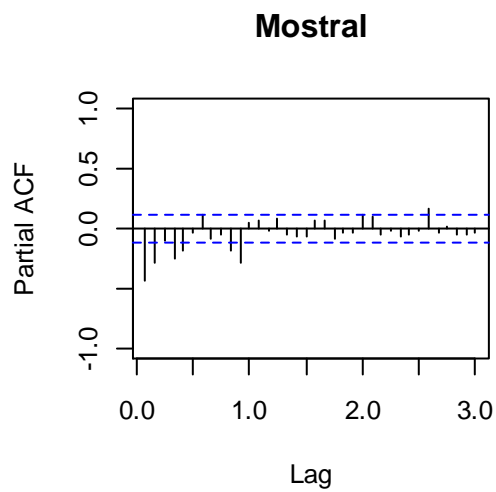
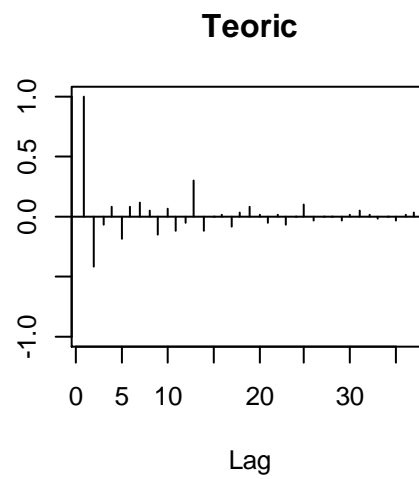
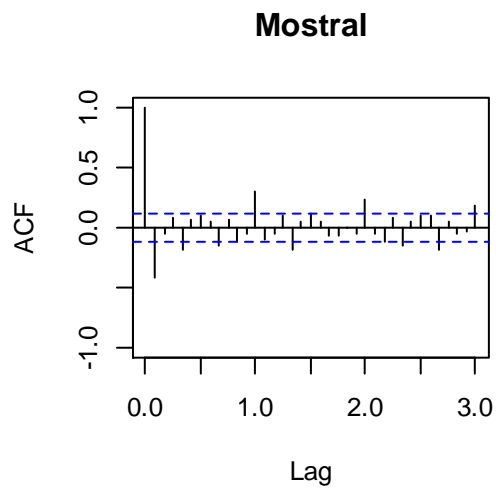
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.054530 1.119189 1.087521 1.095255 1.087521 1.237185 1.054530 1.095255
[9] 1.156427 1.119189 1.156427
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
numeric(0)
```

Comparació d'ACF i PACF mostrat i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-
1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapv2=window(lnapv,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(d1lnapv,order=c(11,0,0))
mod

mod2=arima(d1lnapv2,order=c(11,0,0))
mod2
```

Call:

```
arima(x = dllnapv, order = c(11, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-0.7306	-0.5616	-0.3931	-0.4342	-0.2895	-0.1759	-0.1489	-0.3114
s.e.	0.0577	0.0692	0.0748	0.0766	0.0807	0.0817	0.0804	0.0762
	ar9	ar10	ar11	intercept				
	-0.3278	-0.3971	-0.3058	-3e-04				
s.e.	0.0747	0.0691	0.0579	2e-03				

sigma^2 estimated as 0.02676: log likelihood = 106.33, aic = -186.67

Call:

```
arima(x = dllnapv2, order = c(11, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-0.7322	-0.5603	-0.3997	-0.4475	-0.3094	-0.1963	-0.1652	-0.3228
s.e.	0.0590	0.0710	0.0770	0.0794	0.0839	0.0849	0.0835	0.0790
	ar9	ar10	ar11	intercept				
	-0.3411	-0.4103	-0.3088	-9e-04				
s.e.	0.0773	0.0715	0.0596	2e-03				

sigma^2 estimated as 0.02748: log likelihood = 98.12, aic = -170.24

Capacitat de previsió:

```
pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt2[length(lnapv2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

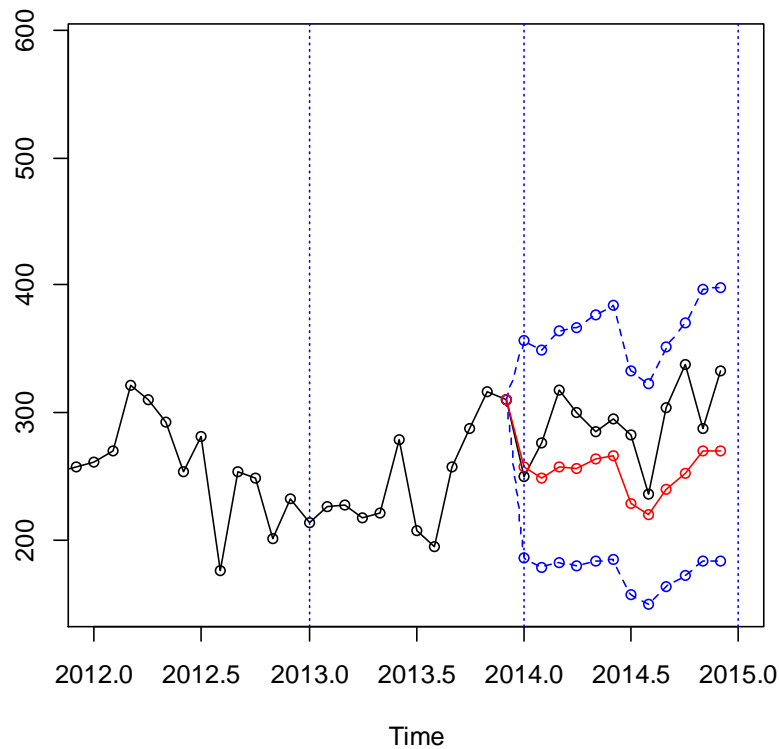
ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apv,error=apv-pr),start=c(2014,1))
resul
```

```

obs <- resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



	tl	pr	tu	apv	error
Jan 2014	186.2281	257.7219	356.6625	249.484	-8.237942
Feb 2014	177.7846	248.8690	348.3755	276.228	27.358969
Mar 2014	182.4313	257.7316	364.1128	317.629	59.897389
Apr 2014	179.5553	256.5034	366.4275	299.630	43.126600
May 2014	183.9255	263.2152	376.6864	284.890	21.674811
Jun 2014	184.5182	266.2968	384.3198	294.584	28.287193
Jul 2014	156.5251	228.1678	332.6018	282.612	54.444204
Aug 2014	149.8798	219.8499	322.4849	235.655	15.805137
Sep 2014	163.3689	239.7243	351.7667	304.296	64.571697
Oct 2014	171.6115	252.0115	370.0789	337.218	85.206521
Nov 2014	183.7441	269.8307	396.2501	287.857	18.026311
Dec 2014	183.6456	270.1475	397.3942	333.058	62.910453

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.2722715
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 1.61278

```

Previsió a llarg termini:

```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv,pred$pred)),start=c(1992,1),freq=12),start=c(2014,12))

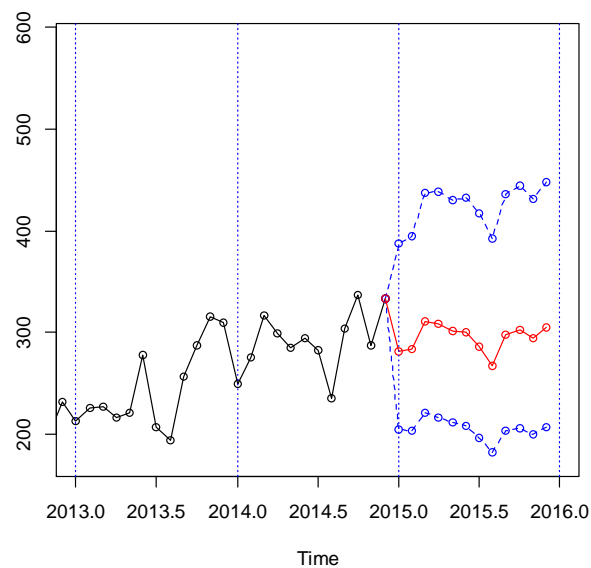
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:12,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
resul
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	204.4420	281.7223	388.2151
Feb	2015	203.5736	283.7519	395.5089
Mar	2015	220.9512	310.7304	436.9897
Apr	2015	216.8102	308.4476	438.8166
May	2015	211.9106	302.1122	430.7087
Jun	2015	208.7926	300.4252	432.2723
Jul	2015	197.0773	286.6459	416.9222
Aug	2015	182.9488	267.8427	392.1300
Sep	2015	203.4183	297.9388	436.3792
Oct	2015	206.6289	302.9304	444.1142
Nov	2015	200.7636	294.3318	431.5086
Dec	2015	207.8497	305.2253	448.2204

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el primer model:

$$X_t \sim \text{AR}(11) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t$$

Call:

```
arima(x = lnapv, order = c(11, 1, 0), fixed = c(NA, NA, NA, NA, NA, NA, 0, NA, NA, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8	
	-0.7228	-0.5400	-0.3466	-0.3772	-0.2092	-0.0678	0	-0.2125	
s.e.	0.0579	0.0688	0.0710	0.0705	0.0685	0.0576	0	0.0549	
	ar9	ar10	ar11						
	-0.2564	-0.3490	-0.2730						
s.e.	0.0645	0.0645	0.0554						

sigma^2 estimated as 0.02711: log likelihood = 104.63, aic = -187.25

S'observa que hi ha un altre paràmetre no significatiu, per tant, es considera igual a zero.

Call:

```
arima(x = lnapv, order = c(11, 1, 0), fixed = c(NA, NA, NA, NA, NA, 0, 0, NA, NA, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-0.7101	-0.5136	-0.3248	-0.3440	-0.1633	0	0	-0.2084
s.e.	0.0570	0.0652	0.0687	0.0648	0.0565	0	0	0.0550
	ar9	ar10	ar11					
	-0.2522	-0.3403	-0.2771					
s.e.	0.0646	0.0643	0.0555					

sigma^2 estimated as 0.02725: log likelihood = 103.93, aic = -187.87

$$(1 + 0.7101B + 0.5136B^2 + 0.3248B^3 + 0.3440B^4 + 0.1633B^5 + 0.2084B^8 + 0.2522B^9 + 0.3403B^{10} + 0.2771B^{11})W_t = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.02725)$$

Estudi del model considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(1,0),crit=2.9,LS=T)
mod.atip$atip

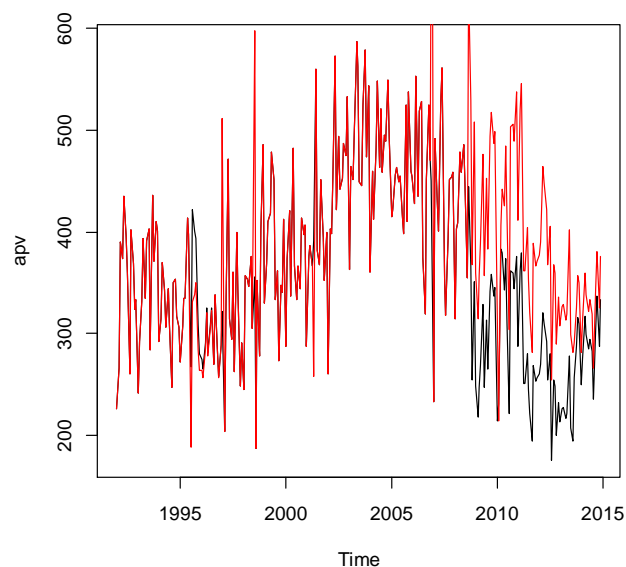
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],1992+((atipics[,1]-1)%/%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
7	43	TC	0.3478805	3.099159	Jul 1995	141.60631
5	61	AO	-0.4659568	3.685454	Ene 1997	62.75344
2	79	AO	-0.5168299	3.792692	Jul 1998	59.64082
6	113	AO	0.4158760	3.356026	May 2001	151.56978
3	180	AO	-0.5138728	3.872444	Dic 2006	59.81745
1	201	LS	-0.3685485	3.860046	Sep 2008	69.17377
4	218	TC	0.4415466	3.699564	Feb 2010	155.51105
8	261	LS	0.2455076	2.998730	Sep 2013	127.82700

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.01866605
```

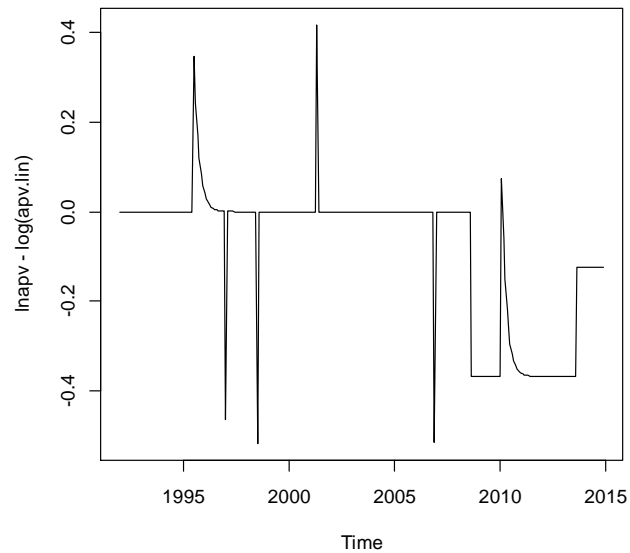
Linealització de la sèrie:

```
lnapv.lin=lineal(lnapv,mod.atip$atip)
apv.lin=ts(exp(lnapv.lin),start=1992,freq=12)
plot(apv,col=1)
lines(apv.lin,col=2)
```



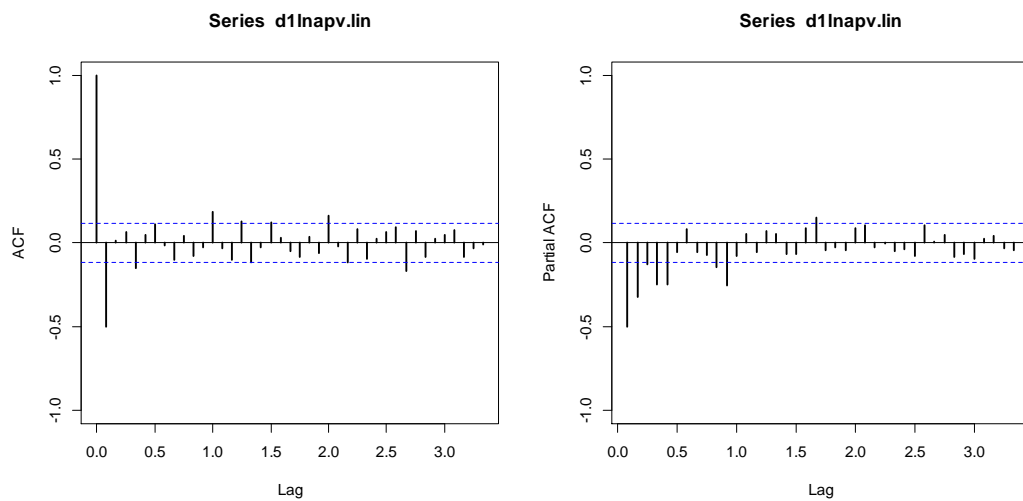
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapv-log(apv.lin))
```



Gràfica ACF i PACF de la sèrie linealitzada.

```
acf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Model a considerar: AR(11).

```
apvlin.mod=arima(lnapv.lin,order=c(11,0,0))
apvlin.mod
```

Call:

```
arima(x = dllnapv.lin, order = c(11, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-0.9206	-0.7544	-0.6102	-0.6246	-0.5005	-0.3292	-0.2949	-0.3995
s.e.	0.0580	0.0771	0.0863	0.0912	0.0973	0.0998	0.0969	0.0907
	ar9	ar10	ar11	intercept				
	-0.4253	-0.4196	-0.2932	0.0001				
s.e.	0.0860	0.0768	0.0579	0.0017				

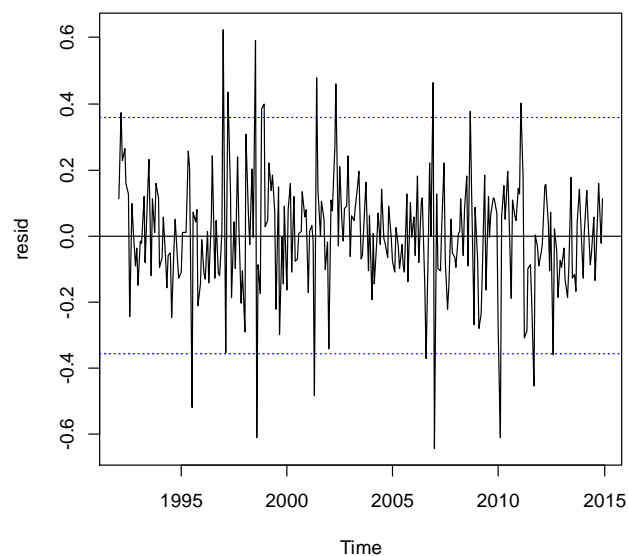
sigma^2 estimated as 0.03193: log likelihood = 81.99, **aic = -137.97**

L'aic és inferior al calculat amb la sèrie inicial.

Validació del model:

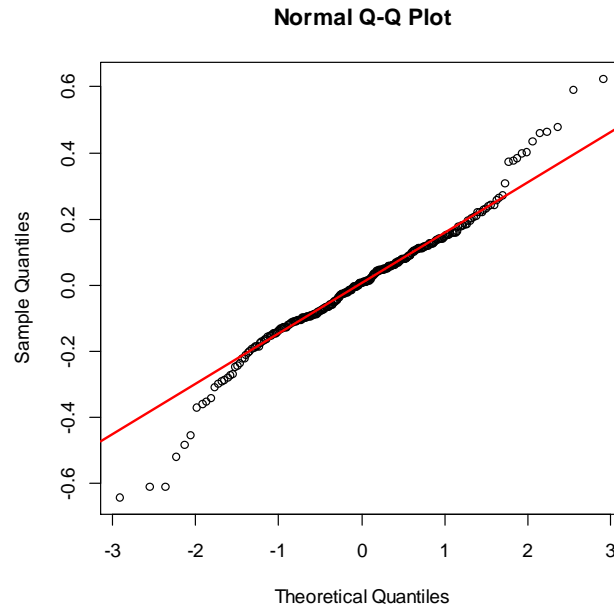
Gràfica dels residus:

```
resid=model$residuals
plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



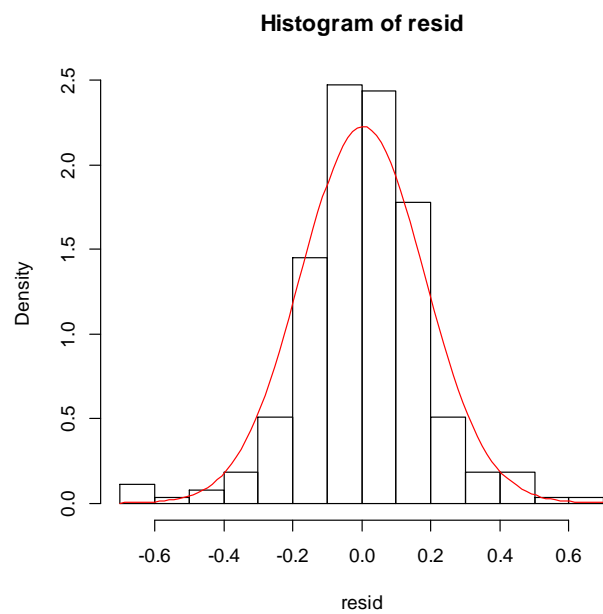
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



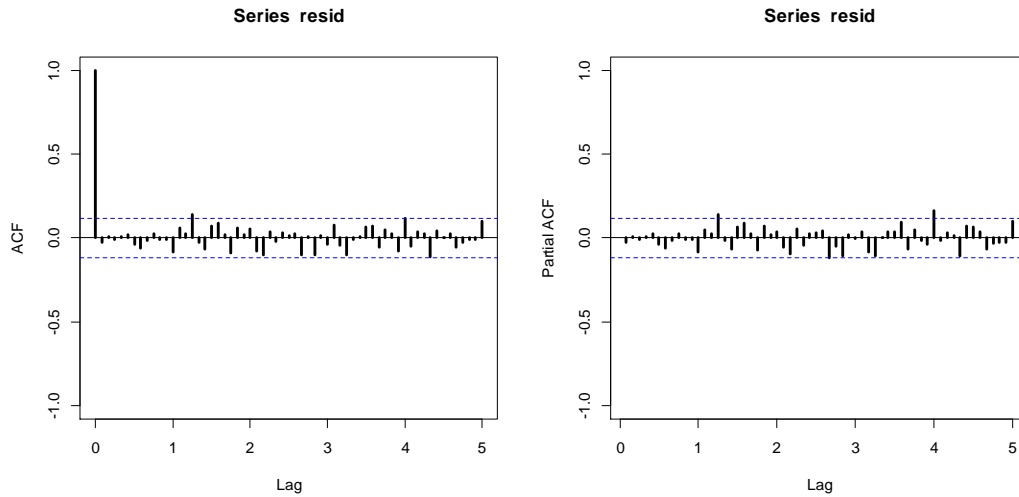
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



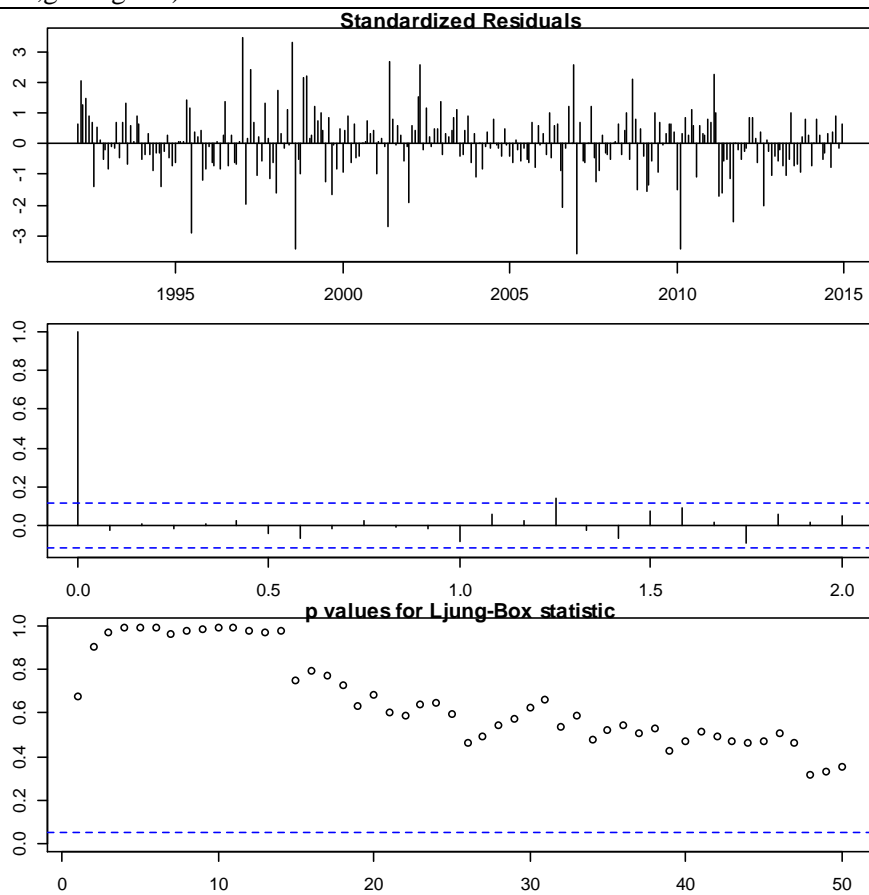
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's):

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)
```

```
      psi 1      psi 2      psi 3      psi 4      psi 5
-0.9205697633  0.0930692485 -0.0014074256 -0.1317587467  0.1399863649
      psi 6      psi 7      psi 8      psi 9      psi 10
 0.0448596673 -0.1040973628 -0.0991078825  0.0363870916 -0.0147903188
      psi 11      psi 12      psi 13      psi 14      psi 15
 0.1360469194  0.2057840990 -0.2617142405  0.0352622486 -0.0185129803
      psi 16      psi 17      psi 18      psi 19      psi 20
-0.0283475545  0.0967257217  0.0072960371 -0.0772874092 -0.0453739514
      psi 21      psi 22      psi 23      psi 24      psi 25
 0.0093748166  0.0055580960  0.0785223920  0.0350407237 -0.0838976801
      psi 26      psi 27      psi 28      psi 29      psi 30
 0.0057204948 -0.0093884747  0.0093153579  0.0482377225 -0.0064808836
      psi 31      psi 32      psi 33      psi 34      psi 35
-0.0401899212 -0.0182859273  0.0017538505  0.0119788061  0.0347770905
      psi 36
-0.0002054478
```

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's):

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5      pi 6      pi 7
-0.9205698 -0.7543794 -0.6101896 -0.6245669 -0.5005360 -0.3291784 -0.2949221
      pi 8      pi 9      pi 10      pi 11      pi 12      pi 13      pi 14
-0.3995339 -0.4253377 -0.4196474 -0.2932247  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 15      pi 16      pi 17      pi 18      pi 19      pi 20      pi 21
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 22      pi 23      pi 24      pi 25      pi 26      pi 27      pi 28
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 29      pi 30      pi 31      pi 32      pi 33      pi 34      pi 35
 0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000  0.0000000
      pi 36
 0.0000000
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.058684 1.131553 1.096639 1.107214 1.170685 1.170685 1.107214 1.096639
[9] 1.176105 1.058684 1.131553
```

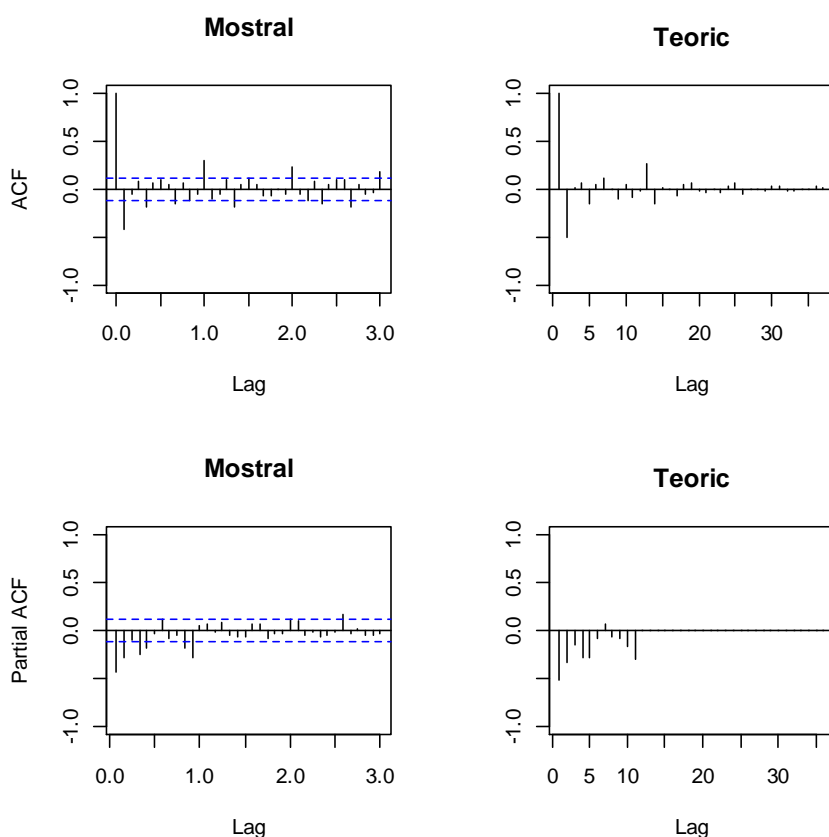
```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
numeric(0)
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapv2.lin=window(lnapv.lin,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapv.lin,order=c(11,0,0))
mod

mod2=arima(lnapv2.lin,order=c(11,0,0))
mod2
```

Call:

```
arima(x = d1lnapv.lin, order = c(11, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-0.9206	-0.7544	-0.6102	-0.6246	-0.5005	-0.3292	-0.2949	-0.3995
s.e.	0.0580	0.0771	0.0863	0.0912	0.0973	0.0998	0.0969	0.0907
	ar9	ar10	ar11	intercept				
	-0.4253	-0.4196	-0.2932	0.0001				
s.e.	0.0860	0.0768	0.0579	0.0017				

sigma^2 estimated as 0.03193: log likelihood = 81.99, **aic = -137.97**

Call:

```
arima(x = d1lnapv2.lin, order = c(11, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-0.9196	-0.7470	-0.6042	-0.6218	-0.4997	-0.3277	-0.2911	-0.3944
s.e.	0.0593	0.0788	0.0880	0.0928	0.0991	0.1017	0.0987	0.0924
	ar9	ar10	ar11	intercept				
	-0.4235	-0.4200	-0.2913	0.0000				
s.e.	0.0877	0.0786	0.0592	0.0017				

sigma^2 estimated as 0.03296: log likelihood = 74.19, **aic = -122.39**

Capacitat de previsió:

```
pred=predict(mod2,n.ahead=12)
```

```
pr<-  
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv2,pred$pred)),start=c(1992,1),freq=12),start=c(2013,12)  
)
```

```
#Intervals
```

```
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)  
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)  
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)
```

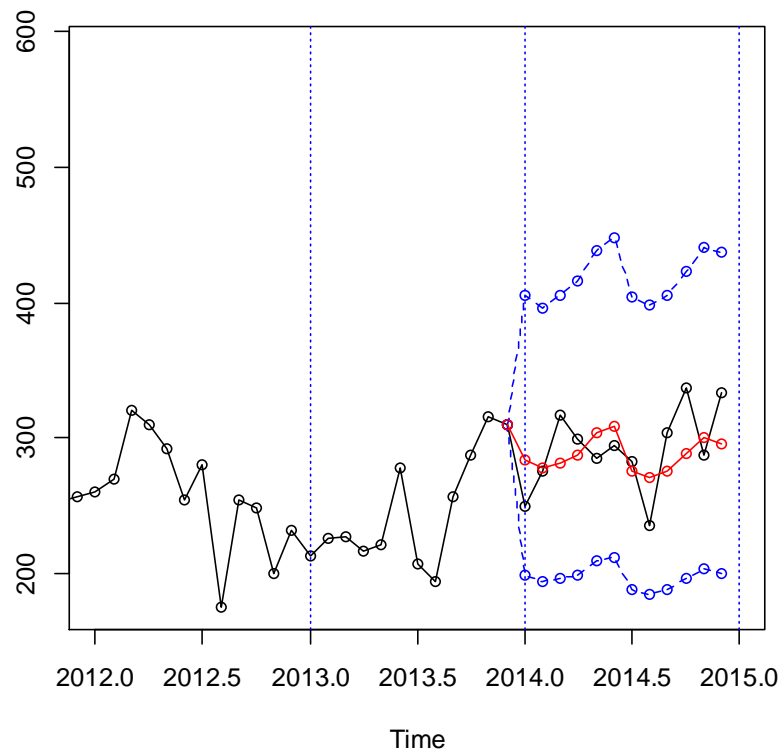
```
ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")  
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)
```

```
resul=window(cbind(tl,pr,tu,apv,error=apv-pr),start=c(2014,1))  
resul
```

```

obs <- resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



	tl	pr	tu	apv	error
Jan 2014	198.9783	284.0103	405.3801	249.484	-34.526299
Feb 2014	194.2794	277.6217	396.7163	276.228	-1.393692
Mar 2014	196.2274	281.9914	405.2399	317.629	35.637571
Apr 2014	199.4640	288.1015	416.1276	299.630	11.528527
May 2014	210.1897	303.6710	438.7278	284.890	-18.780966
Jun 2014	212.5395	308.7496	448.5111	294.584	-14.165643
Jul 2014	188.4342	276.0472	404.3961	282.612	6.564800
Aug 2014	184.5543	271.0474	398.0765	235.655	-35.392437
Sep 2014	188.0672	276.2348	405.7361	304.296	28.061227
Oct 2014	196.0986	288.1776	423.4925	337.218	49.040449
Nov 2014	204.2417	300.2226	441.3084	287.857	-12.365553
Dec 2014	200.1689	295.7919	437.0953	333.058	37.266056

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.1070182
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.9740292

```

Previsió a llarg termini:

```

pred=predict(mod,n.ahead=12)

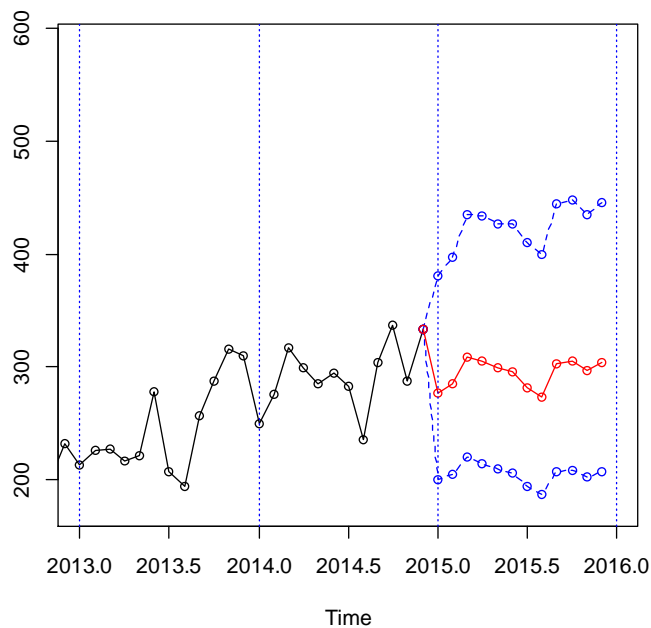
pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv,pred$pred)),start=c(1992,1),freq=12),start=c(2014,12))

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apv,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```



		tl	pr	tu
Jan	2015	200.7566	276.6438	381.2169
Feb	2015	204.3823	284.8791	397.0799
Mar	2015	219.8535	309.1868	434.8188
Apr	2015	214.3168	304.9004	433.7701
May	2015	209.8486	299.1724	426.5177
Jun	2015	205.9150	296.2847	426.3147
Jul	2015	193.7585	281.8188	409.9012
Aug	2015	186.6474	273.2576	400.0576
Sep	2015	207.0366	303.2384	444.1414
Oct	2015	208.2479	305.3040	447.5939
Nov	2015	202.2617	296.5280	434.7283
Dec	2015	206.9490	303.9026	446.2780

Model amb atípics:

$X_t \sim \text{AR}(11)$ sense constant

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^8 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)\log X_{lin_t}$$

$$\begin{aligned} & (1 + 0.9206B + 0.7544B^2 + 0.6102B^3 + 0.6246B^4 + 0.5006B^5 + 0.3292B^6 + 0.2950B^7 \\ & + 0.3996B^8 + 0.4254B^9 + 0.4197B^{10} + 0.2932B^{11})W_{lin_t} \\ & = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.03193) \end{aligned}$$

El resultat del tractament del model amb atípics implica que es poden considerar tots els paràmetres com a significatius. Es presenten les dades del model sense constant.

Call:

```
arima(x = lnapv.lin, order = c(11, 1, 0))
```

Coefficients:

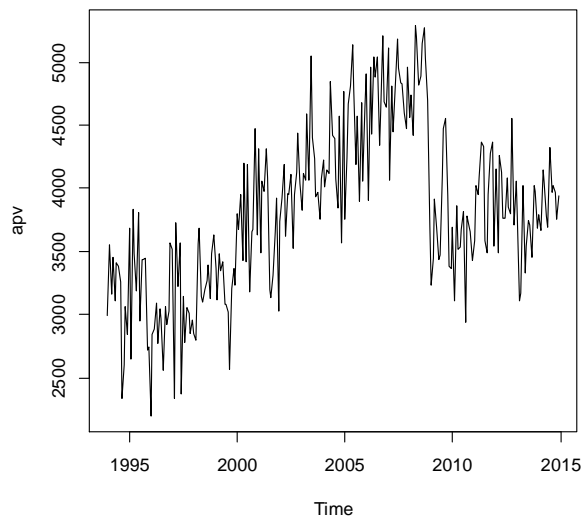
	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-0.9206	-0.7544	-0.6102	-0.6246	-0.5006	-0.3292	-0.2950	-0.3996
s.e.	0.0580	0.0771	0.0863	0.0912	0.0973	0.0998	0.0969	0.0907
	ar9	ar10	ar11					
	-0.4254	-0.4197	-0.2932					
s.e.	0.0860	0.0768	0.0579					

sigma^2 estimated as 0.03193: log likelihood = 81.98, **aic = -139.97**

3.9. Port de Dunkerque: Sèrie de dades de gener de 1994 a desembre de 2014.

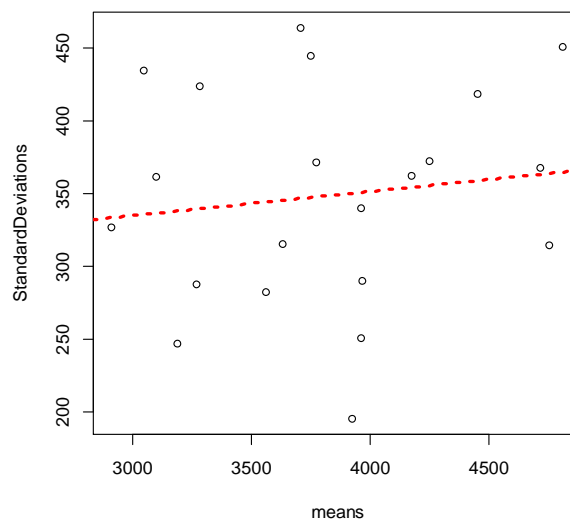
Lectura i gràfica de les dades:

```
apv=ts(read.table("Dunkerque.txt")[,1]/1000,start=1994,freq=12)  
plot(apv)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apv)%/%12*12  
m=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,mean)  
s=apply(matrix(apv[1:ng],nrow=12),2,sd)  
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")  
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)  
summary(lm(s~m))
```



```

Call:
lm(formula = s ~ m)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-154.559  -51.737    4.109   59.379  116.893

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  284.91062   114.27213    2.493   0.0221 *
m              0.01667     0.02960    0.563   0.5800
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 75.59 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.01641,    Adjusted R-squared:  -0.03536
F-statistic: 0.317 on 1 and 19 DF,  p-value: 0.58

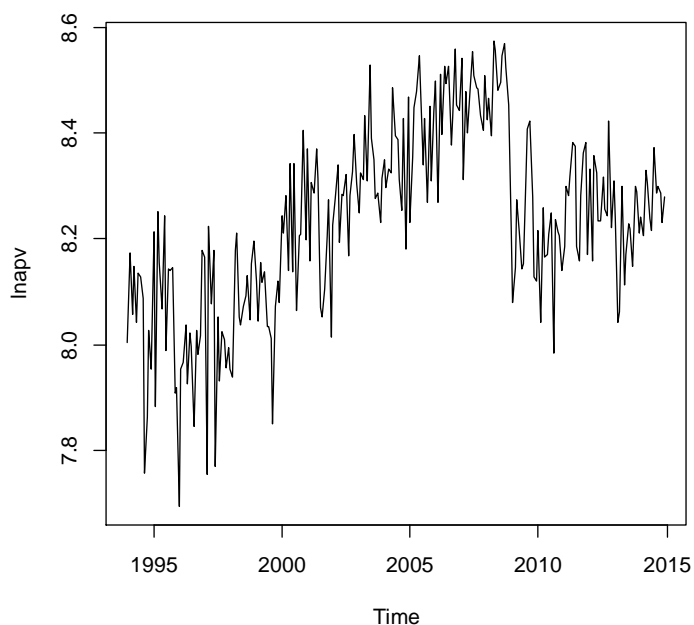
```

Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

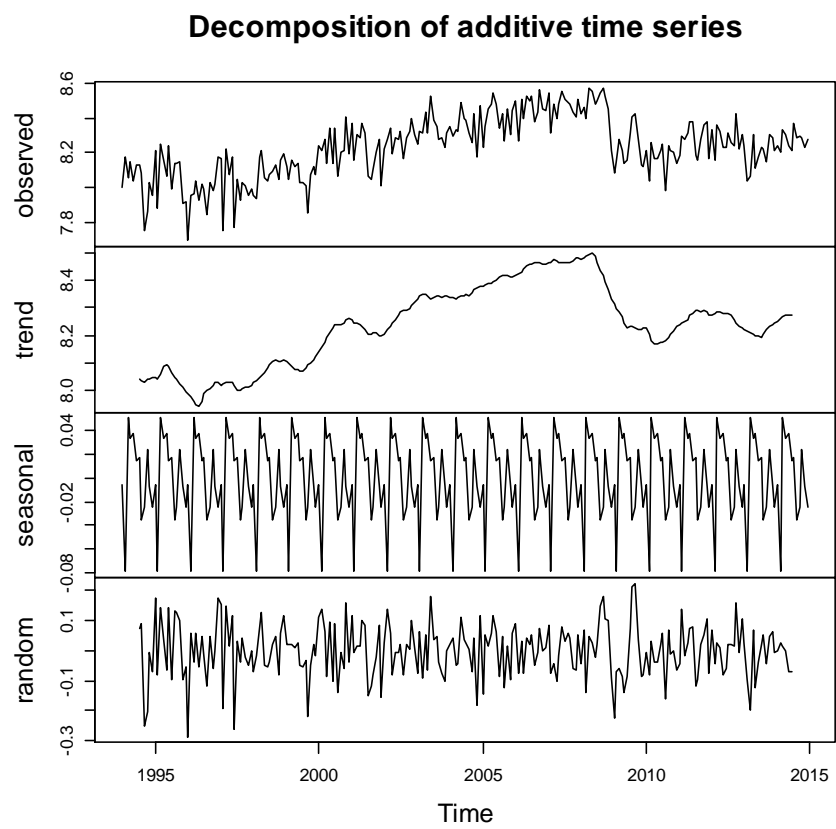
```

lnapv=log(apv)
plot(lnapv)

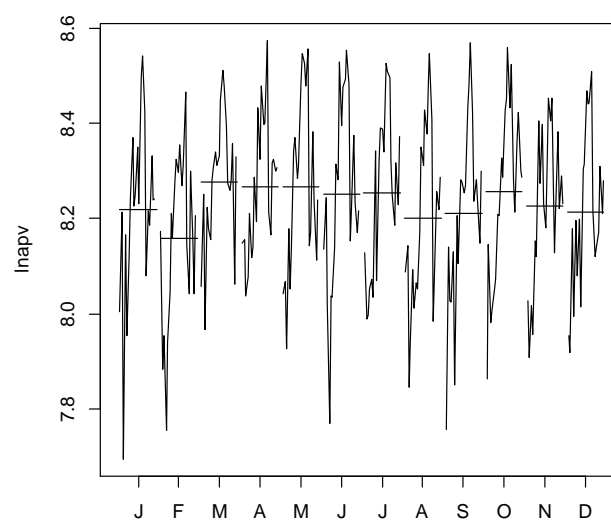
```



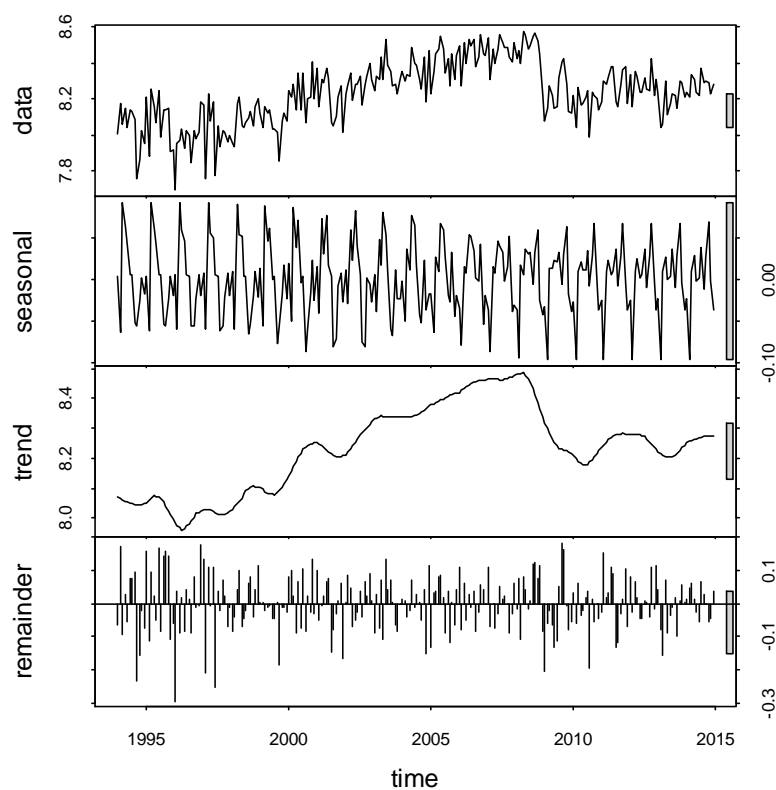
```
plot(decompose(lnapv))
```



```
monthplot(lnapt)
```



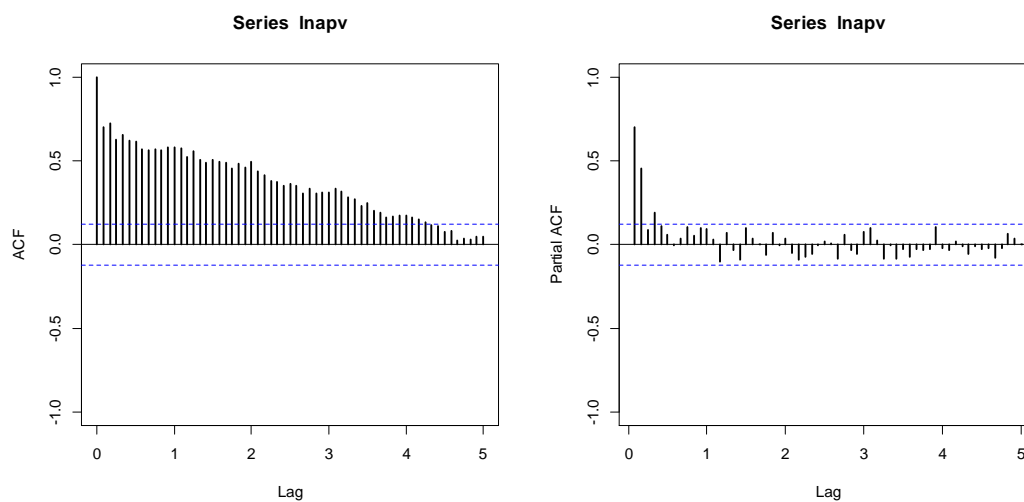
```
plot(stl(lnapt,s.window=12))
```



Component estacional negligible, per tant, no cal fer una diferenciació d'ordre 12. Es tracta d'un model ARMA(p,q).

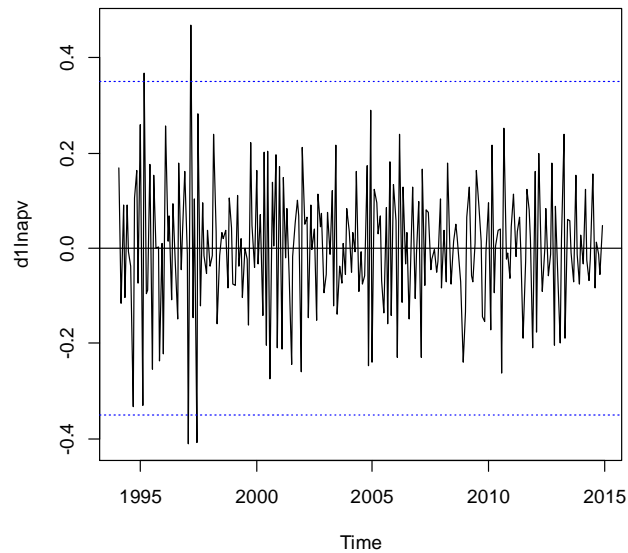
Gràfica ACF i PACF després d'aplicar la transformació logaritme:

```
acf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Diferenciació regular:

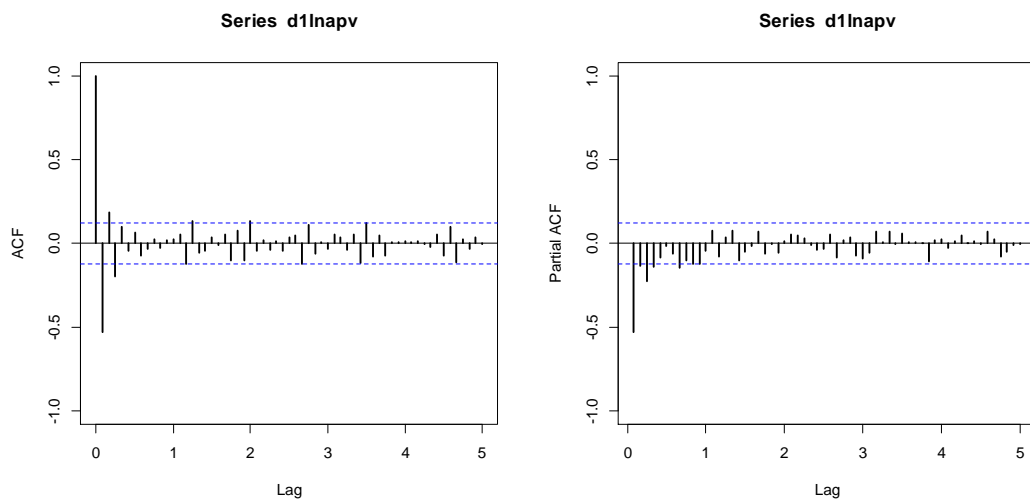
```
d1lnapt=diff(lnapt)
plot(d1lnapt)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapt),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapt),col=4,lty=3)
```



S'observen situacions relacionades amb dades atípiques. Mitjana al voltant de 0.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

```
acf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Càlcul de les variàncies.

<pre>var(lnapv) var(d1lnapv)</pre>

```
var(lnapv)
0.03061413
var(d1lnapv)
0.01812954
```

Inicialment, seria necessària una diferenciació regular després de la transformació logaritme.

Possibles models:

MA(3) i ARMA(2,1) sense constant.

MA(3)

Call:

```
arima(x = d1lnapv, order = c(0, 0, 3))
```

Coefficients:

	ma1	ma2	ma3	intercept
	-0.7106	0.0966	-0.1930	0.0009
s.e.	0.0629	0.0711	0.0617	0.0013

sigma^2 estimated as 0.01137: log likelihood = 205.26, **aic = -400.53**

ARMA(2,1)

Call:

```
arima(x = d1lnapv, order = c(2, 0, 1))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ma1	intercept
	0.1461	0.2296	-0.8843	0.0009
s.e.	0.0778	0.0732	0.0423	0.0013

sigma^2 estimated as 0.01138: log likelihood = 205.13, **aic = -400.26**

Primer aic més petit: -400,53 – Model MA(3)

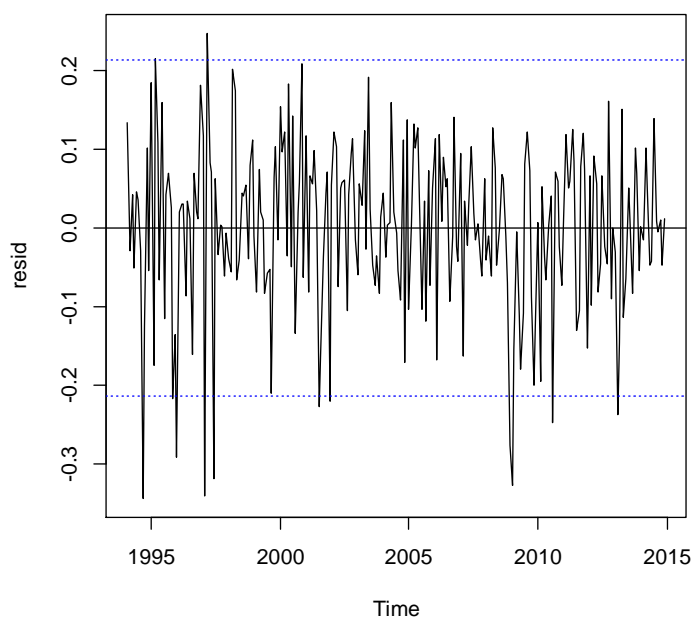
Segon aic més petit: -400,26 – Model ARMA(2,1)

No cal dir que les diferències d'aic entre ambdós models són molt petites.

Validació del primer model:

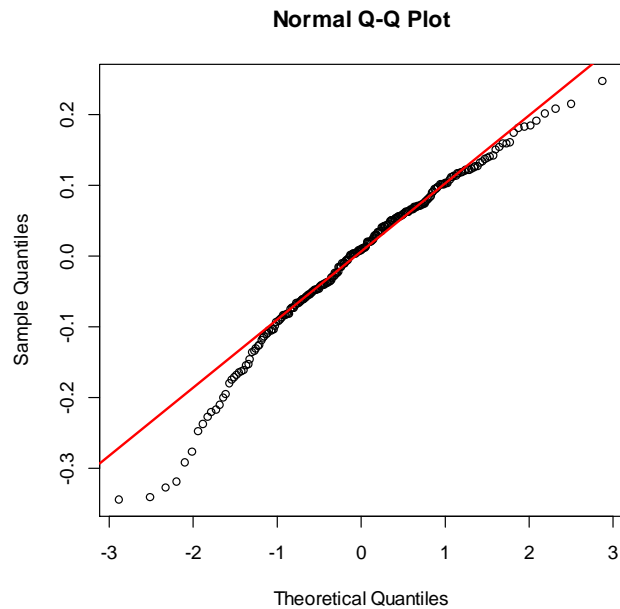
Gràfica dels residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



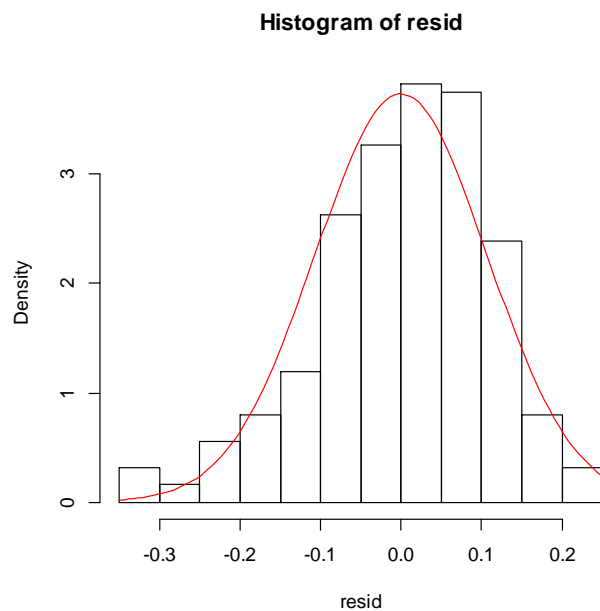
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



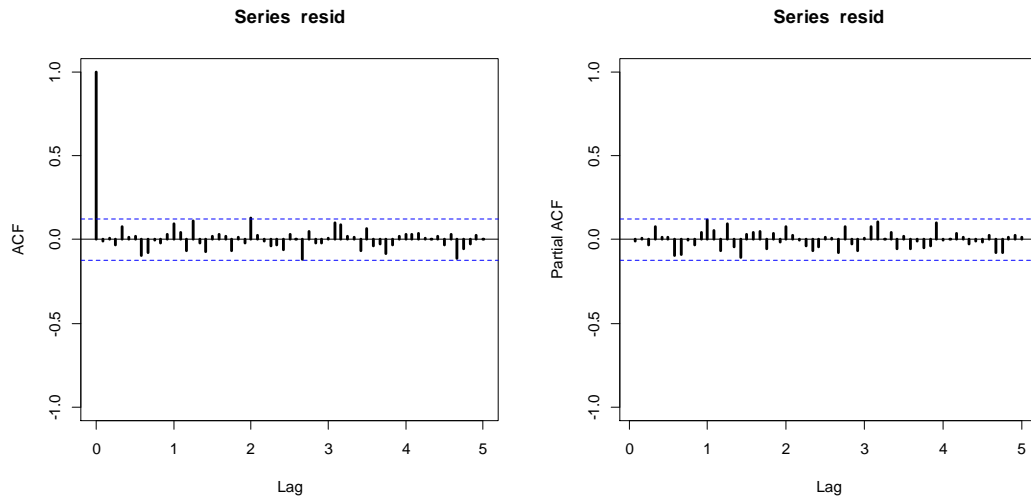
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



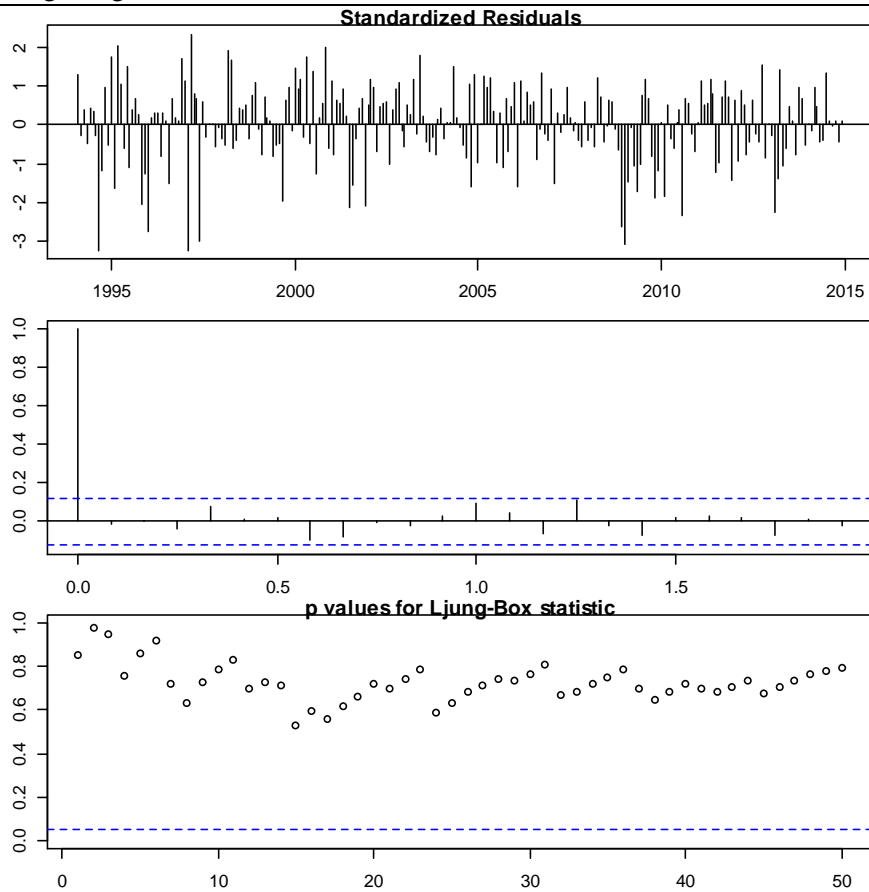
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6
-0.71058415	0.09664857	-0.19301102	0.00000000	0.00000000	0.00000000
psi 7	psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
psi 13	psi 14	psi 15	psi 16	psi 17	psi 18
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
psi 19	psi 20	psi 21	psi 22	psi 23	psi 24
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
psi 25	psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35	psi 36
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
-0.710584151	-0.408281268	-0.414452277	-0.392193991	-0.317433399	-0.267652011
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
-0.235207556	-0.202534722	-0.172845277	-0.148644074	-0.128010308	-0.109956902
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
-0.094451563	-0.081196007	-0.069790881	-0.059975009	-0.051543826	-0.044300136
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
-0.038073175	-0.032721177	-0.028121846	-0.024169026	-0.020771738	-0.017851992
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
-0.015342672	-0.013186065	-0.011332592	-0.009739651	-0.008370619	-0.007194021
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
-0.006182809	-0.005313736	-0.004566822	-0.003924897	-0.003373202	-0.002899055

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
numeric(0)
```

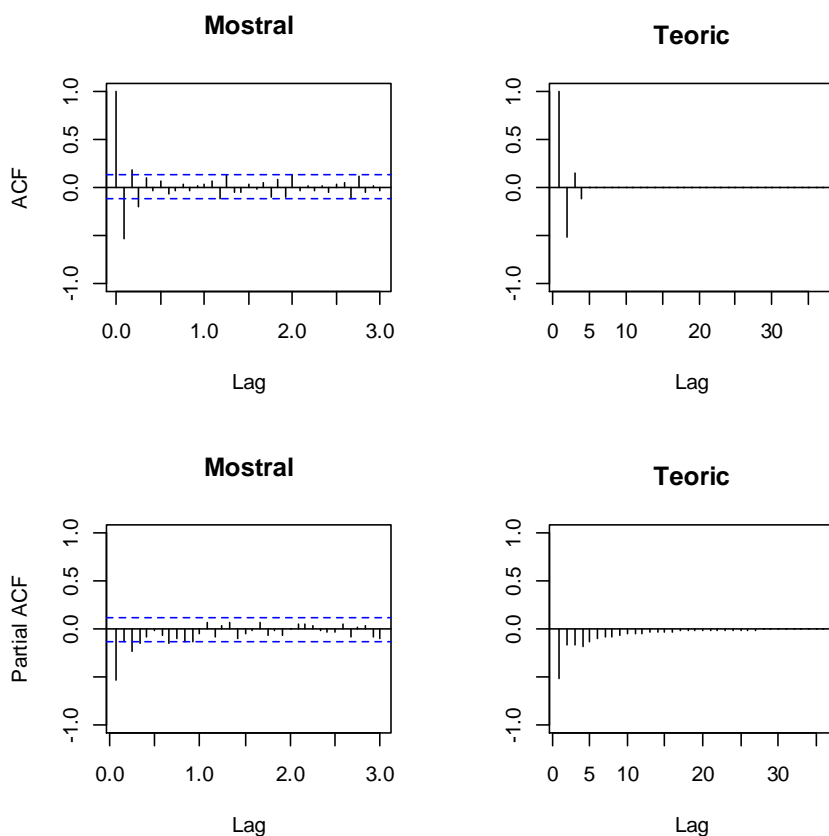
```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 1.163552 2.110163 2.110163
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-
1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapv2=window(lnapv,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapv,order=c(0,0,3))
mod

mod2=arima(lnapv2,order=c(0,0,3))
mod2
```

```

Call:
arima(x = dllnapv, order = c(0, 0, 3))

Coefficients:
          ma1          ma2          ma3  intercept
      -0.7106   0.0966   -0.1930     0.0009
s.e.    0.0629   0.0711   0.0617     0.0013

sigma^2 estimated as 0.01137:  log likelihood = 205.26,  aic = -400.53

Call:
arima(x = dllnapv2, order = c(0, 0, 3))

Coefficients:
          ma1          ma2          ma3  intercept
      -0.7100   0.1006   -0.1963     0.0007
s.e.    0.0644   0.0732   0.0628     0.0014

sigma^2 estimated as 0.01177:  log likelihood = 191.22,  aic = -372.45

```

Capacitat de previsió:

```

pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],dllnapv2,pred$pred)),start=c(1994,1),freq=12),start=c(2013,12)
)

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

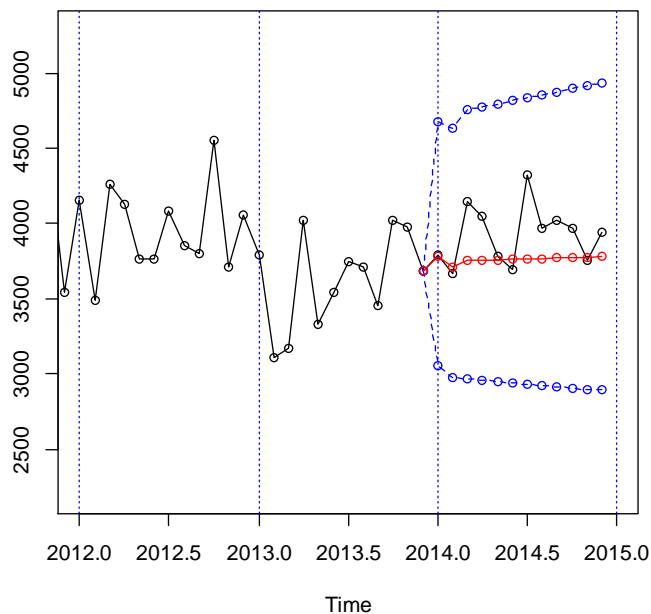
#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apr,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apr,error=apr-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



	tl	pr	tu	apv	error
Jan 2014	3057.208	3781.652	4677.762	3792.116	10.46431
Feb 2014	2974.802	3712.110	4632.160	3665.309	-46.80094
Mar 2014	2963.428	3754.076	4755.670	4148.166	394.08983
Apr 2014	2954.939	3756.765	4776.168	4048.026	291.26080
May 2014	2946.630	3759.456	4796.500	3781.498	22.04183
Jun 2014	2938.492	3762.149	4816.676	3695.851	-66.29806
Jul 2014	2930.519	3764.844	4836.703	4320.416	555.57213
Aug 2014	2922.703	3767.541	4856.587	3971.937	204.39638
Sep 2014	2915.038	3770.239	4876.336	4017.759	247.51970
Oct 2014	2907.517	3772.940	4895.956	3969.209	196.26908
Nov 2014	2900.136	3775.642	4915.451	3754.200	-21.44247
Dec 2014	2892.888	3778.347	4934.828	3938.635	160.28805

```
> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.04184243
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.5437648
```

Previsió a llarg termini:

```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv,pred$pred)),start=c(1994,1),freq=12),start=c(2014,12))

model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]
```

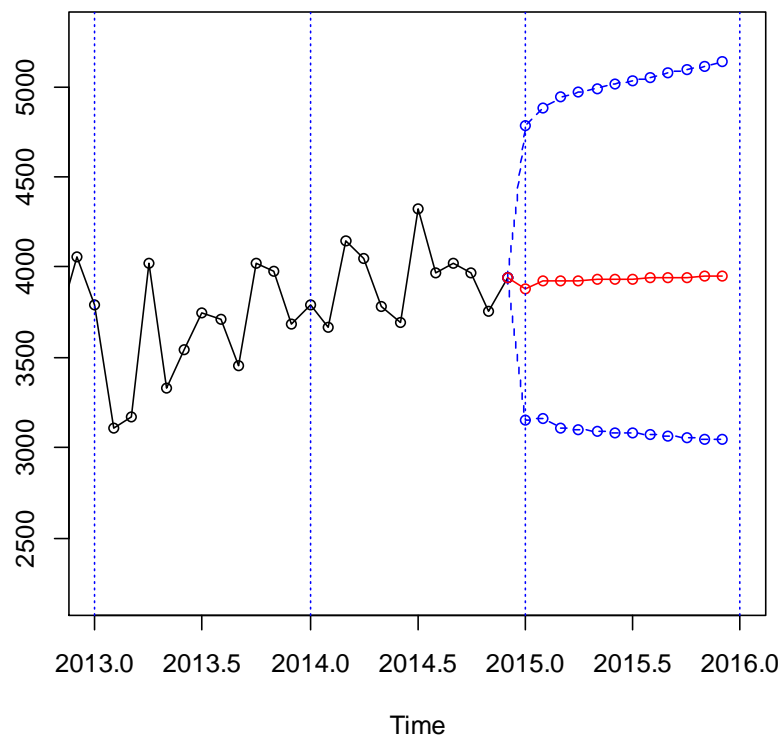
```

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apt,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```

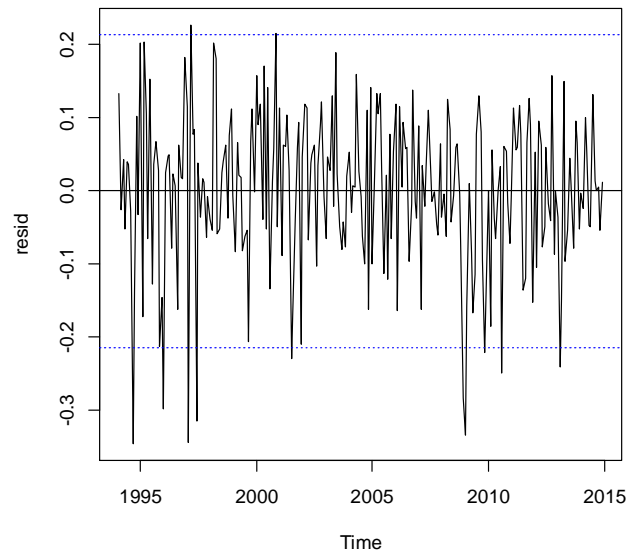


		tl	pr	tu
Jan	2015	3152.001	3884.473	4787.160
Feb	2015	3160.064	3927.948	4882.425
Mar	2015	3110.357	3922.537	4946.793
Apr	2015	3102.212	3925.906	4968.305
May	2015	3094.245	3929.278	4989.658
Jun	2015	3086.448	3932.653	5010.859
Jul	2015	3078.814	3936.030	5031.916
Aug	2015	3071.336	3939.411	5052.836
Sep	2015	3064.008	3942.795	5073.625
Oct	2015	3056.824	3946.181	5094.289
Nov	2015	3049.777	3949.570	5114.834
Dec	2015	3042.864	3952.963	5135.265

Validació del segon model:

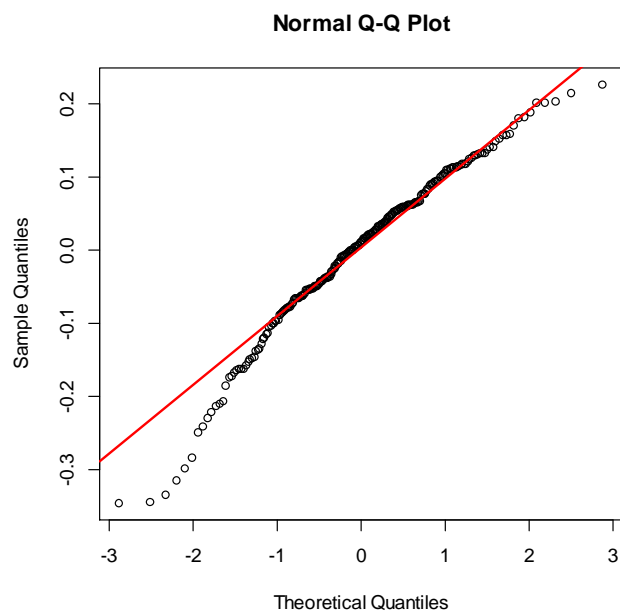
Gràfica dels residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



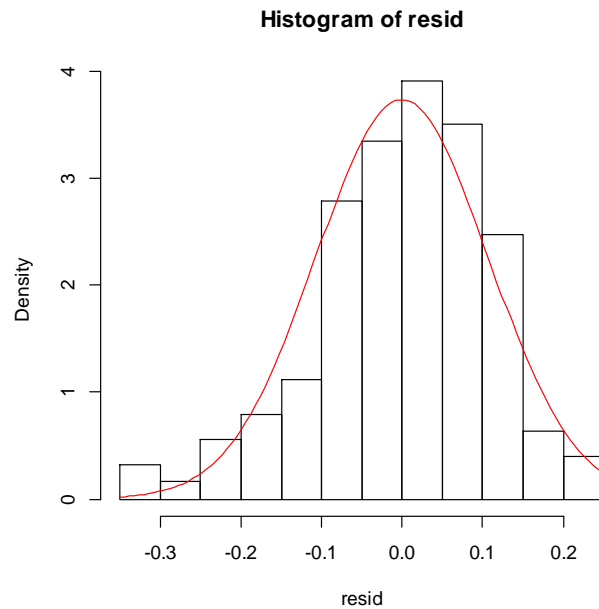
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



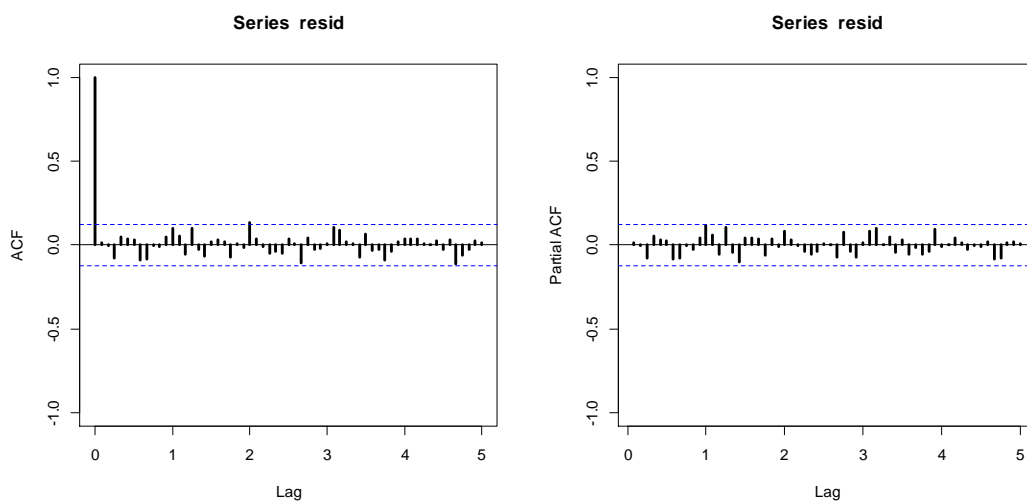
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



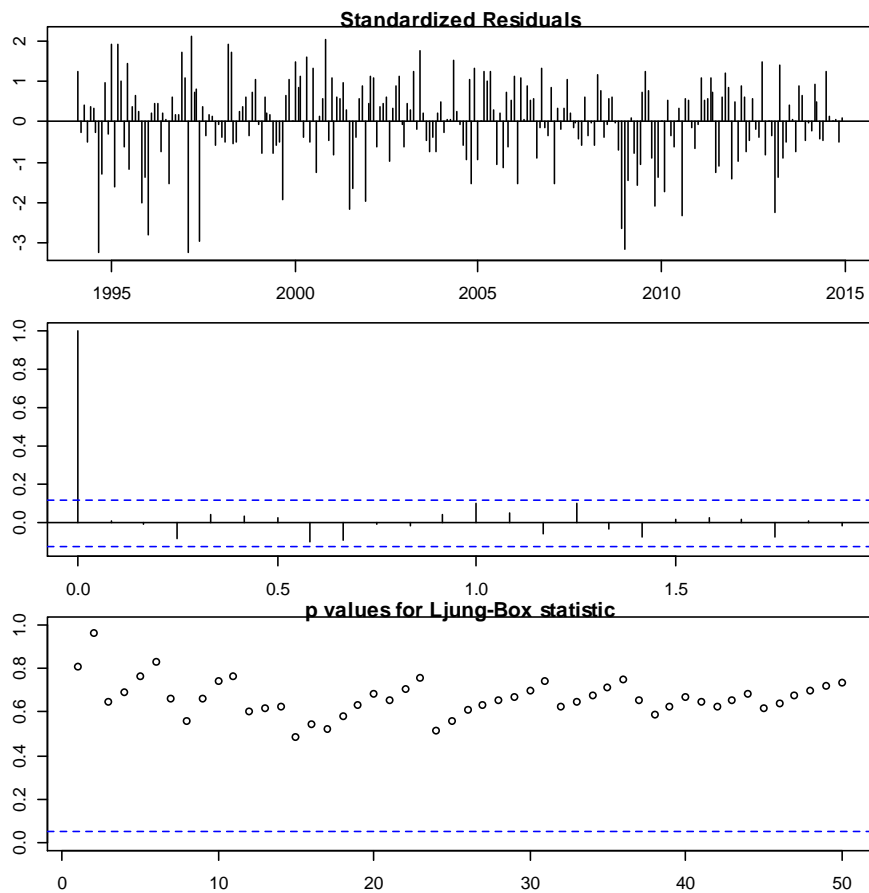
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)  
names(psis)=paste("psi",1:36)  
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5
-7.382122e-01	1.217183e-01	-1.516882e-01	5.781512e-03	-3.397831e-02
psi 6	psi 7	psi 8	psi 9	psi 10
-3.636896e-03	-8.331725e-03	-2.052166e-03	-2.212526e-03	-7.943597e-04
psi 11	psi 12	psi 13	psi 14	psi 15
-6.239826e-04	-2.735232e-04	-1.832085e-04	-8.955891e-05	-5.514342e-05
psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20
-2.861632e-05	-1.684002e-05	-9.029722e-06	-5.185177e-06	-2.830491e-06
psi 21	psi 22	psi 23	psi 24	psi 25
-1.603887e-06	-8.841184e-07	-4.973711e-07	-2.756314e-07	-1.544503e-07
psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-8.584138e-08	-4.799831e-08	-2.671900e-08	-1.492253e-08	-8.314015e-09
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
-4.640416e-09	-2.586598e-09	-1.443194e-09	-8.046513e-10	-4.488710e-10
psi 36				
-2.503024e-10				

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
-0.738212192	-0.423238904	-0.374274359	-0.330974527	-0.292684056	-0.258823413
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
-0.228880110	-0.202400951	-0.178985168	-0.158278359	-0.139967122	-0.123774314
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
-0.109454853	-0.096792012	-0.085594136	-0.075691743	-0.066934959	-0.059191248
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
-0.052343407	-0.046287794	-0.040932755	-0.036197241	-0.032009580	-0.028306389
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
-0.025031620	-0.022135710	-0.019574828	-0.017310214	-0.015307594	-0.013536657
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
-0.011970600	-0.010585720	-0.009361058	-0.008278076	-0.007320385	-0.006473489

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.793016 2.429415
```

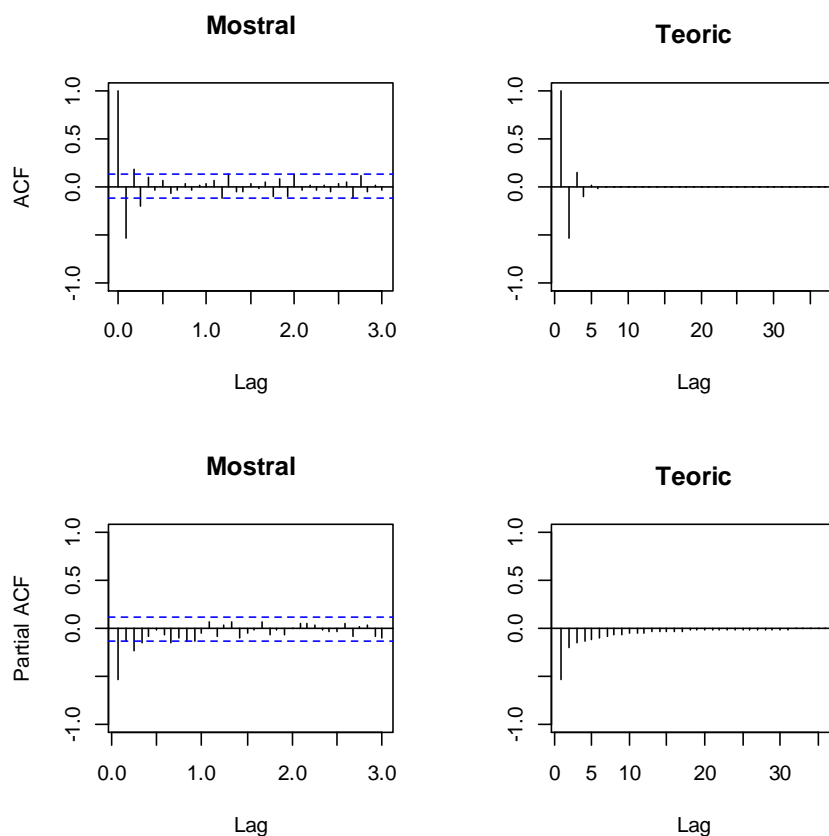
```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 1.130825
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat.

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapt2=window(lnapt,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapt,order=c(2,0,1))
mod

mod2=arima(lnapt2,order=c(2,0,1))
mod2
```

```
Call:
arima(x = dllnapv, order = c(2, 0, 1))
```

```
Coefficients:
      ar1      ar2      ma1  intercept
    0.1461  0.2296 -0.8843     0.0009
s.e.    0.0778  0.0732  0.0423     0.0013
```

```
sigma^2 estimated as 0.01138:  log likelihood = 205.13,  aic = -400.26
```

```

Call:
arima(x = d1lnapv2, order = c(2, 0, 1))

Coefficients:
          ar1          ar2          ma1    intercept
      0.1465    0.2331   -0.884      0.0007
s.e.    0.0795    0.0749    0.043      0.0014

sigma^2 estimated as 0.01179:  log likelihood = 191.07,  aic = -372.15

```

Capacitat de previsió:

```

pred=predict(mod2,n.ahead=12)

pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv2,pred$pred)),start=c(1994,1),freq=12),start=c(2013,12)
)

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

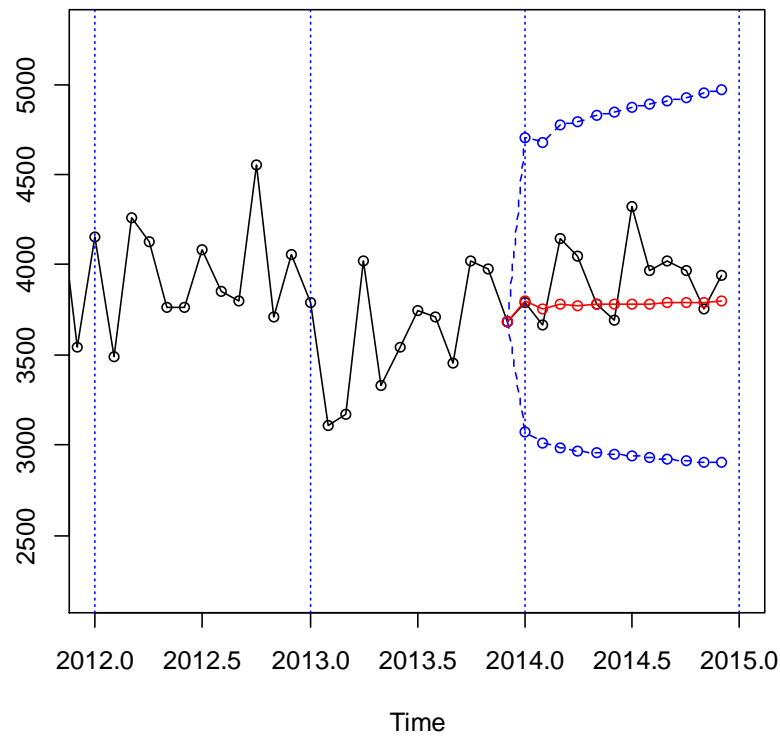
#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apr,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apr,error=apr-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <-resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apv	error
Jan 2014		3074.782	3803.934	4705.996	3792.116	-11.817846
Feb 2014		3014.032	3755.752	4680.001	3665.309	-90.443066
Mar 2014		2987.106	3778.247	4778.922	4148.166	369.919173
Apr 2014		2966.718	3772.079	4796.068	4048.026	275.946621
May 2014		2955.525	3778.176	4829.806	3781.498	3.322247
Jun 2014		2945.040	3779.378	4850.088	3695.851	-83.527376
Jul 2014		2936.811	3782.726	4872.298	4320.416	537.689734
Aug 2014		2929.001	3785.248	4891.804	3971.937	186.689351
Sep 2014		2921.835	3788.150	4911.324	4017.759	229.609142
Oct 2014		2914.916	3790.916	4930.175	3969.209	178.292714
Nov 2014		2908.249	3793.753	4948.875	3754.200	-39.553002
Dec 2014		2901.740	3796.570	4967.344	3938.635	142.065363

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.03812299
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.5287437

```

Previsió a llarg termini:

```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

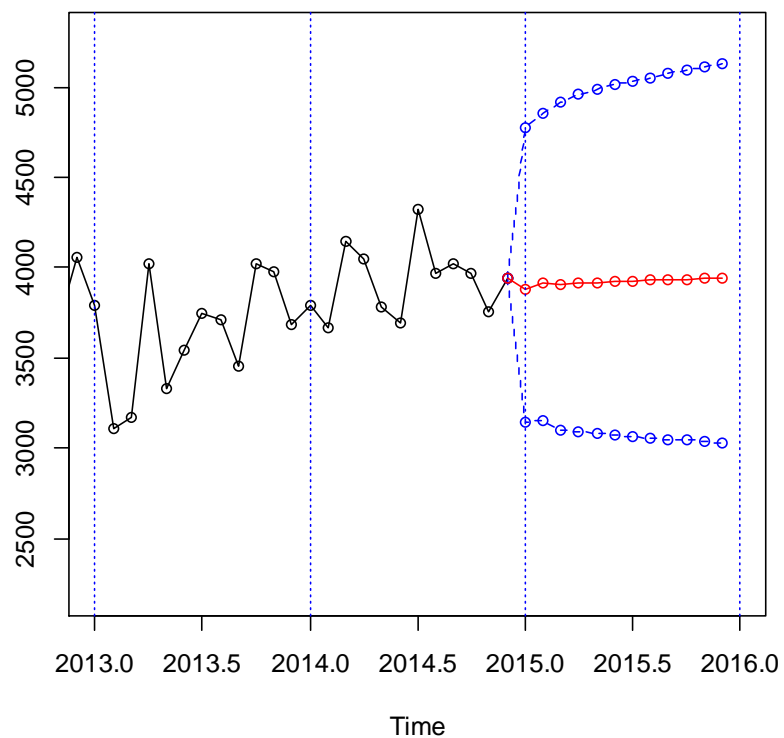
pr<-
window(ts(cumsum(c(lnapv[1],d1lnapv,pred$pred)),start=c(1994,1),freq=12),start=c(2014,12))

model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=12)
se<-c(0,sqrt(cumsum(cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))[1:13]

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apr,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2007+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	3146.542	3878.195	4779.977
Feb	2015	3153.606	3914.382	4858.689
Mar	2015	3103.394	3907.904	4920.973
Apr	2015	3095.296	3917.401	4957.856
May	2015	3080.876	3919.405	4986.157
Jun	2015	3072.980	3923.989	5010.669
Jul	2015	3064.619	3927.228	5032.638
Aug	2015	3057.609	3930.865	5053.524
Sep	2015	3050.749	3934.254	5073.624
Oct	2015	3044.275	3937.699	5093.323
Nov	2015	3037.958	3941.098	5112.728
Dec	2015	3031.815	3944.504	5131.947

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el segon model:

$$X_t \sim \text{ARMA}(2,1) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t$$

$$(1 - 0.1432B - 0.2277B^2)W_t = (1 - 0.8799B)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.0114)$$

Estudi del model escollit considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(1,0),crit=2.8,LS=T)
mod.atip$atip

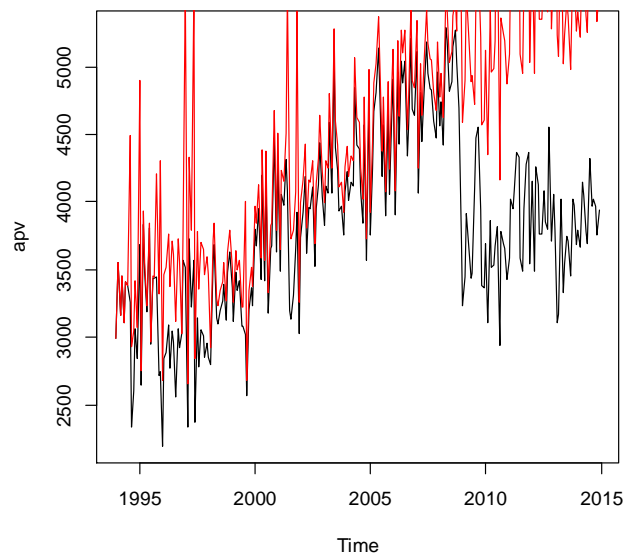
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],1994+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
	3	8	TC	-0.3211383	Ago 1994	72.53229
	12	13	AO	-0.2299450	Ene 1995	79.45773
	4	22	LS	-0.1968025	Oct 1995	82.13528
	8	24	AO	-0.2526025	Dic 1995	77.67766
	14	35	TC	0.1980996	Nov 1996	121.90838
	2	37	AO	-0.3579452	Ene 1997	69.91114
	6	41	AO	-0.2729335	May 1997	76.11434
	15	50	LS	0.1525893	Feb 1998	116.48465
	9	68	AO	-0.2385268	Ago 1999	78.77875
	5	90	TC	-0.2643390	Jun 2001	76.77132
	11	95	AO	-0.2334841	Nov 2001	79.17701
	1	179	LS	-0.3071155	Nov 2008	73.55656
	13	187	TC	0.2093457	Jul 2009	123.28712
	10	199	AO	-0.2383928	Jul 2010	78.78931
	7	229	TC	-0.2433521	Ene 2013	78.39954

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.005998168
```

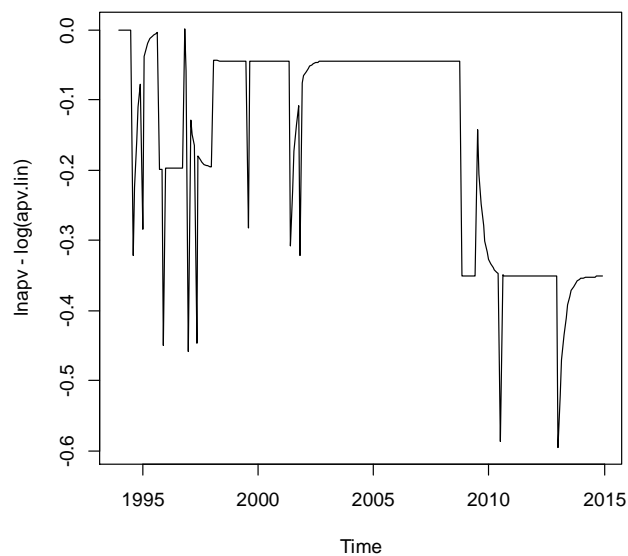

Linealització de la sèrie:

```
lnapv.lin=lineal(lnapv,mod.atip$atip)
apv.lin=ts(exp(lnapv.lin),start=1994,freq=12)
plot(apv,col=1)
lines(apv.lin,col=2)
```



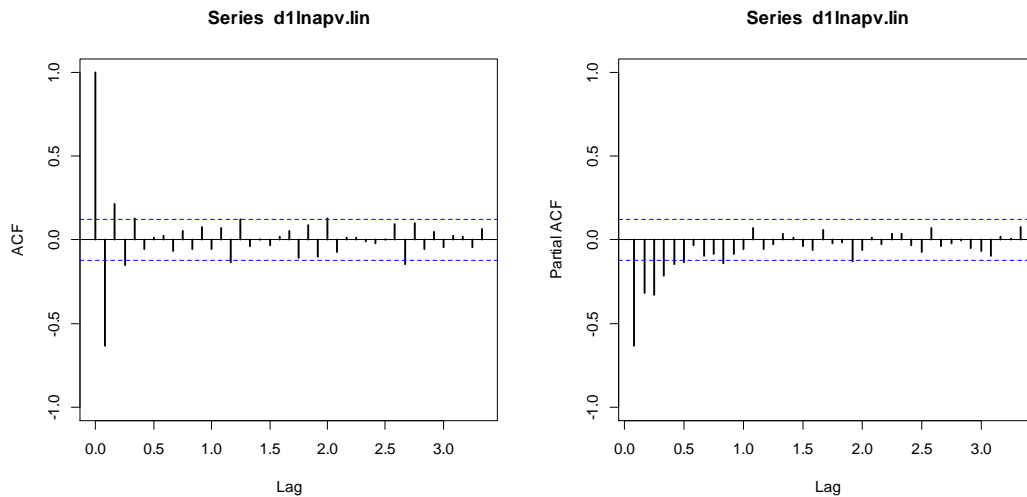
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapv-log(apv.lin))
```



Gràfica ACF i PACF de la sèrie linealitzada.

```
acf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Model a considerar: AR(2,1).

```
apvlin.mod=arima(d1lnapv.lin,order=c(2,0,1))
apvlin.mod
```

```
Call:
arima(x = d1lnapv.lin, order = c(2, 0, 1))
```

```
Coefficients:
          ar1          ar2          ma1  intercept
      -0.2284   0.0457  -0.9031      0.0021
s.e.    0.0763   0.0747   0.0425      0.0006
```

```
sigma^2 estimated as 0.01202:  log likelihood = 197.63,  aic = -385.27
```

```
Call:
arima(x = lnapv.lin, order = c(2, 1, 1))
```

```
Coefficients:
          ar1          ar2          ma1
      -0.2654   0.0144  -0.8367
s.e.    0.0748   0.0728   0.0403
```

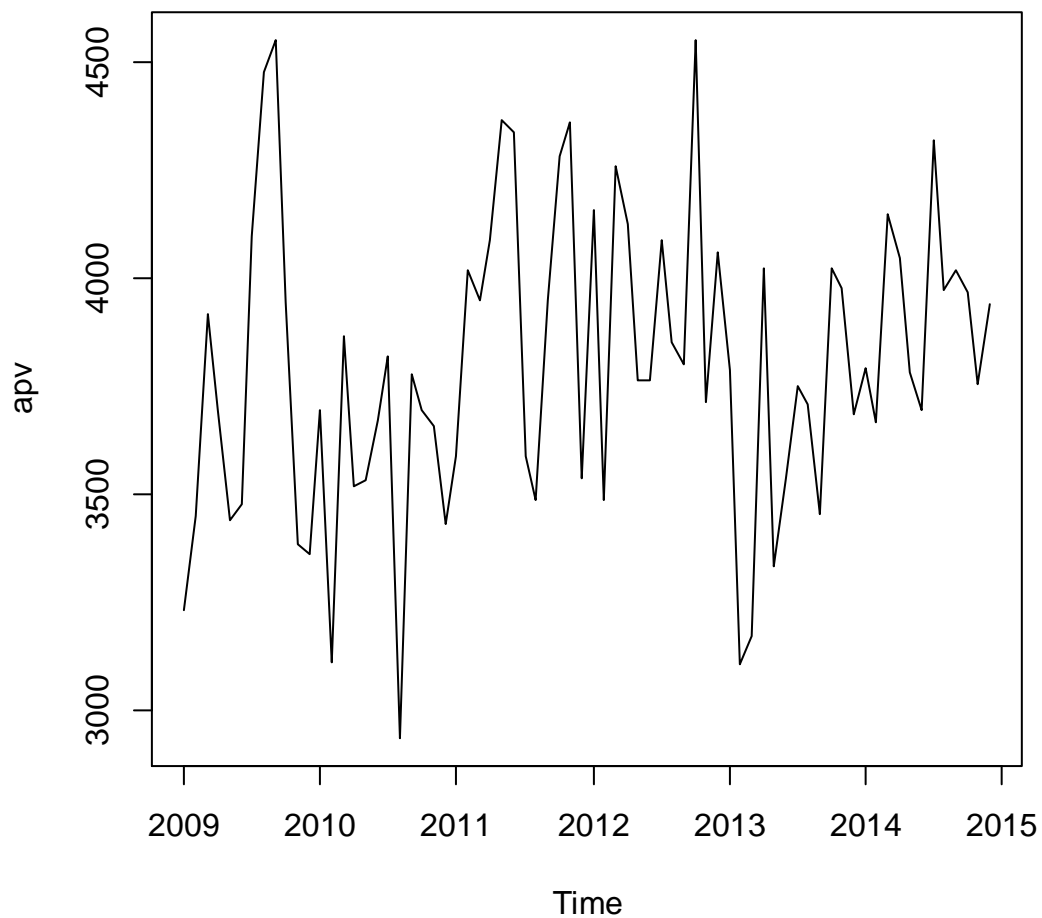
```
sigma^2 estimated as 0.01239:  log likelihood = 194.03,  aic = -380.05
```

A la vista dels resultats obtinguts amb el tractament amb atípics, s'observa que hi ha un fort canvi de nivell que provoca problemes en el model, fins i tot, tractant el model amb constant hi ha un arrel unitària.

Davant d'aquesta situació s'ha de treballar la sèrie entre 2009 i 2014 per comprovar el seu comportament i veure quin és el model més adequat.

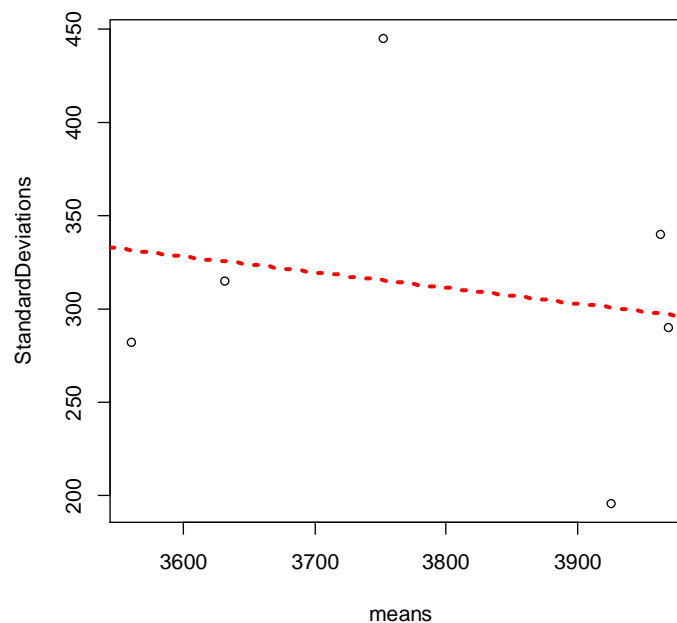
Lectura i gràfica de les dades:

```
apt=ts(read.table("APT2015.txt")[,1]/1000,start=2009,freq=12)  
plot(apt)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apt)/%12*12
m=apply(matrix(apt[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apt[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))
```



Call:

```
lm(formula = s ~ m)
```

Residuals:

1	2	3	4	5	6
129.455	-49.544	42.559	-7.211	-10.421	-104.838

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	633.28693	854.95312	0.741	0.500
m	-0.08475	0.22478	-0.377	0.725

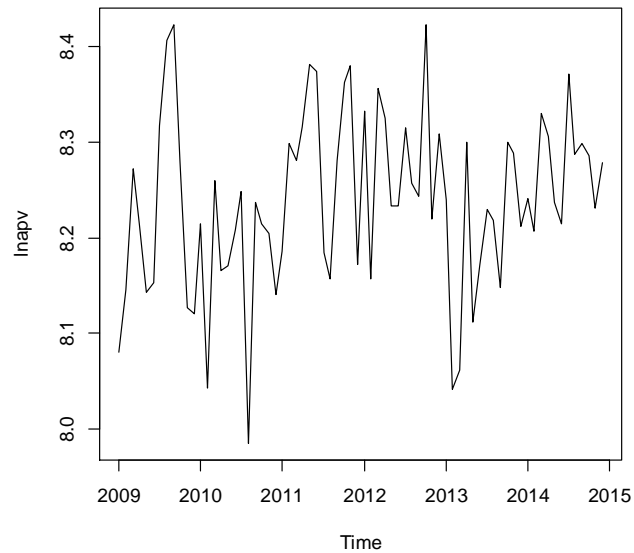
Residual standard error: 89.69 on 4 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.03432, Adjusted R-squared: -0.2071

F-statistic: 0.1422 on 1 and 4 DF, p-value: 0.7253

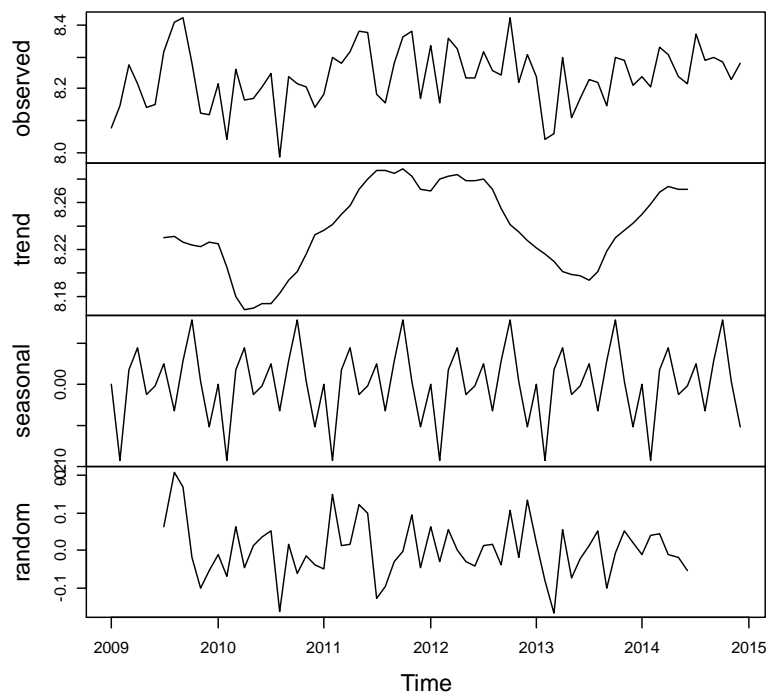
Transformació logarítmica per eliminar la heterocedasticitat (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

```
lnapt=log(apt)
plot(lnapt)
```



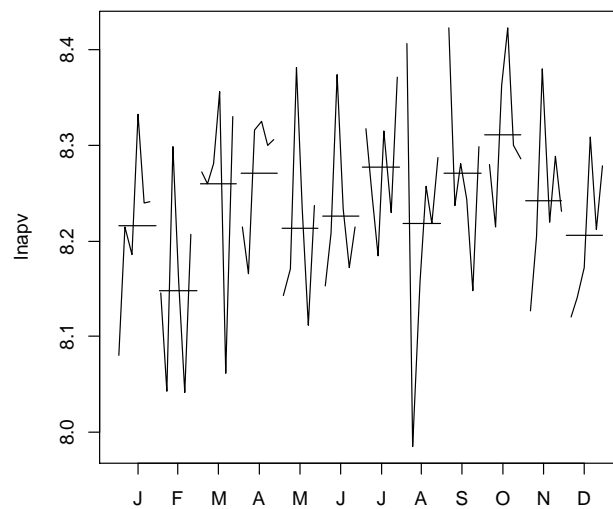
```
plot(decompose(lnapt))
```

Decomposition of additive time series

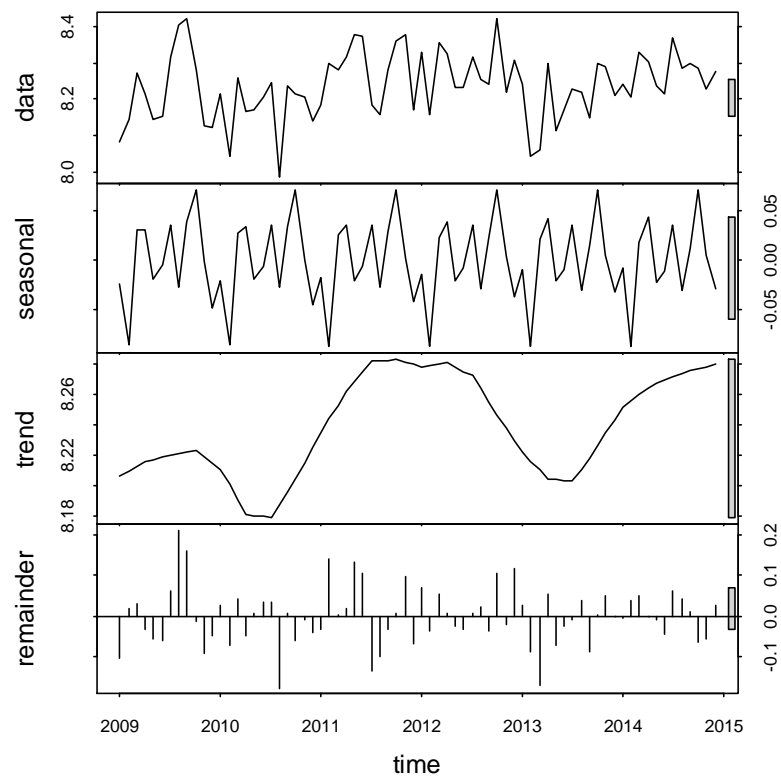


Són molt similars els gràfics dels valors observats i dels residus, per tant, tot apunta a que la sèrie no té estacionalitat.

```
monthplot(lnapt)
```



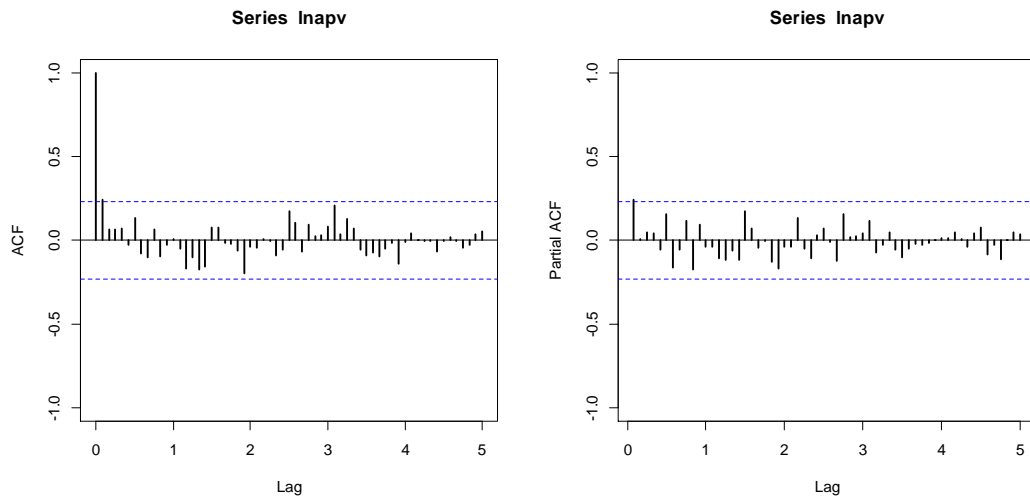
```
plot(stl(lnapt,s.window=12))
```



Component estacional negligible, per tant, no cal fer una diferenciació d'ordre 12. Es tracta d'un model ARMA(p,q).

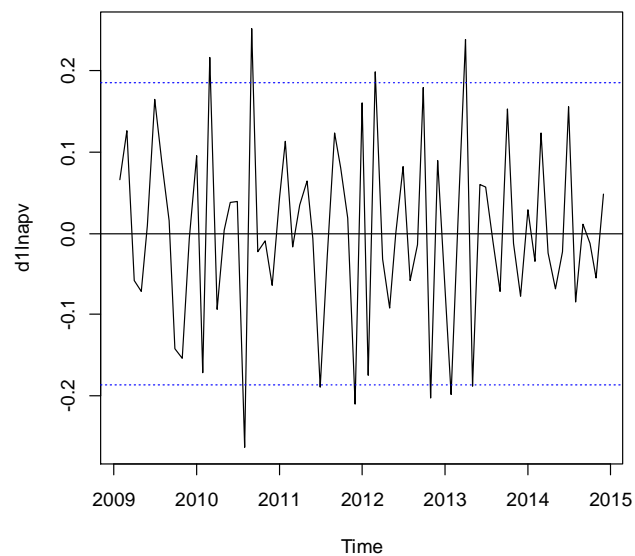
Gràfica ACF i PACF després d'aplicar la transformació logarítmica:

```
acf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Diferenciació regular:

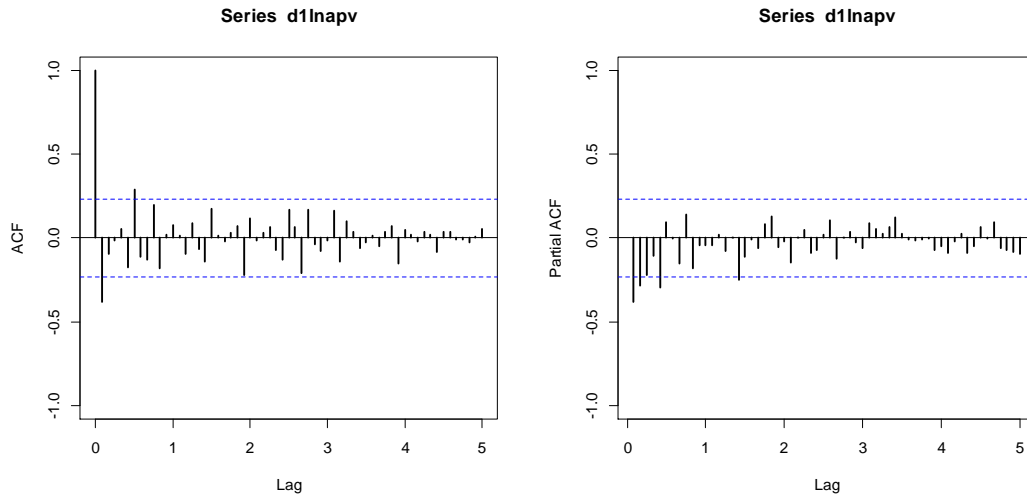
```
d1lnapt=diff(lnapt)
plot(d1lnapt)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapt),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapt),col=4,lty=3)
```



S'observen situacions relacionades amb dades atípiques. Mitjana al voltant de 0.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

```
acf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Càlcul de les variàncies.

```
var(lnapt)
var(d1lnapt)
```

```
var(lnapv)
0.008638561
var(d1lnapv)
0.01288331
```

Inicialment, no seria necessària una diferenciació regular després de la transformació logarítmica.

Possibles models:

AR(1), i MA(1) amb constant.

Es tracta de models molt simples per l'absència de dades.

MA(1)

Call:

```
arima(x = lnapv, order = c(0, 0, 1))
```

Coefficients:

	ma1	intercept
	0.2341	8.2383
s.e.	0.1085	0.0130

sigma^2 estimated as 0.008028: log likelihood = 71.5, aic = -137

AR(1)

Call:

```
arima(x = lnapv, order = c(1, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	intercept
	0.2501	8.238
s.e.	0.1158	0.014

sigma^2 estimated as 0.007994: log likelihood = 71.65, aic = -137.3

Tots dos models són molt simples i amb un aic molt similar, davant d'aquesta situació es pot comprovar la validesa i l'estabilitat dels models i passar a triar-ne un en funció dels EQM i EAM.

MA(1): mod.EQM: **0.0448609** mod.EAM: **0.5824139**

AR(1): mod.EQM: **0.04508861** mod.EAM: **0.5816389**

En funció de l'EQM i l'EAM i de l'estabilitat del model i de la significació dels seus paràmetres, es considera com a model vàlid el primer.

$$X_t \sim MA(1) \text{ amb constant}$$

$$W_t = \log X_t - 8.2028$$

$$W_t = (1 + 0.2341B) Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.008028)$$

Estudi del model escollit considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(0,0),crit=2.8,LS=T)
mod.atip$atip

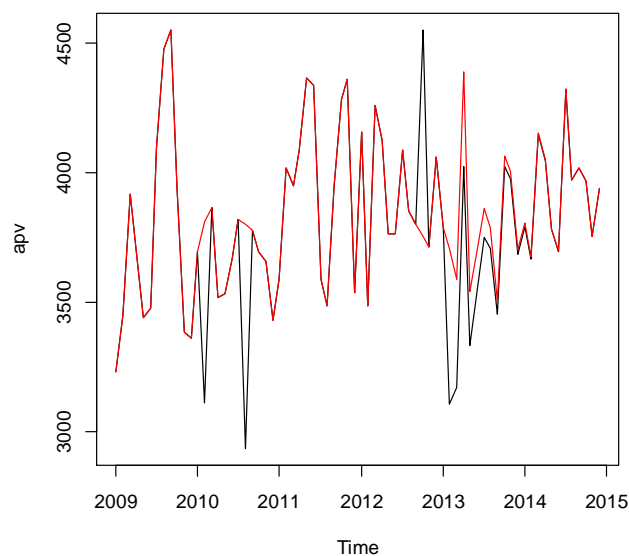
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%12+1],1994+((atipics[,1]-1)%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

Obs	type_detected		W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
3	14	AO	-0.2029313	2.740304	Feb 2010	81.63344
1	20	AO	-0.2571334	3.148524	Ago 2010	77.32650
4	46	AO	0.1917345	2.718762	Oct 2012	121.13489
2	50	TC	-0.1771097	2.701055	Feb 2013	83.76879

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.005261945
```

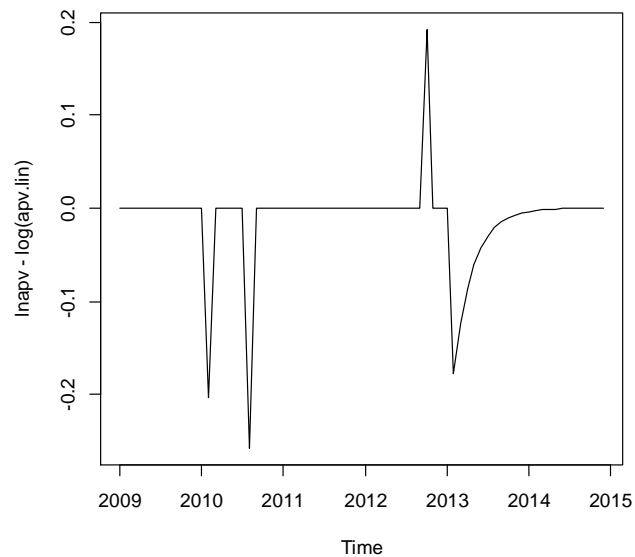
Linealització de la sèrie:

```
lnapv.lin=lineal(lnapv,mod.atip$atip)
apv.lin=ts(exp(lnapv.lin),start=1994,freq=12)
plot(apv,col=1)
lines(apv.lin,col=2)
```



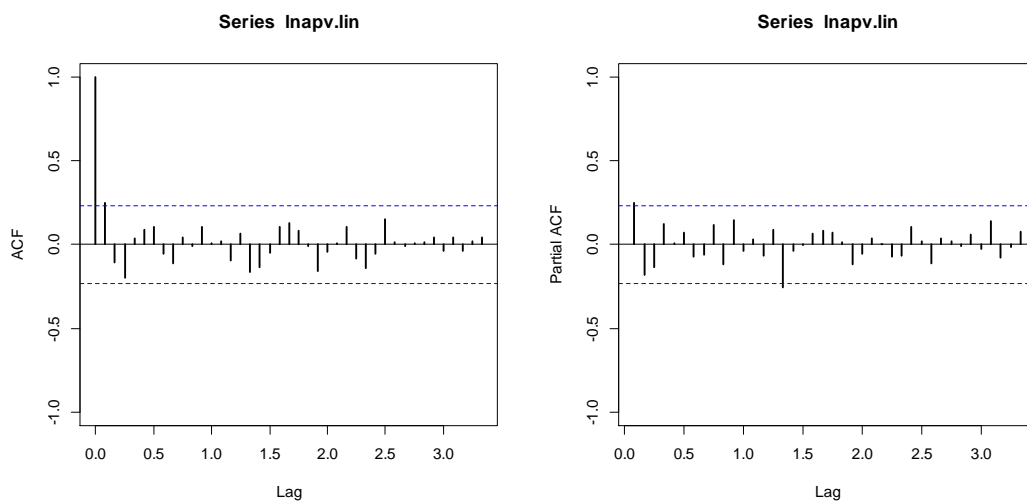
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapv-log(apv.lin))
```



Gràfica ACF i PACF de la sèrie linealitzada.

```
acf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapv.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Model a considerar: MA(1).

```
apvlin.mod=arima(lnapv.lin,order=c(0,0,1))
apvlin.mod
```

```
Call:
arima(x = lnapv.lin, order = c(0, 0, 1))
```

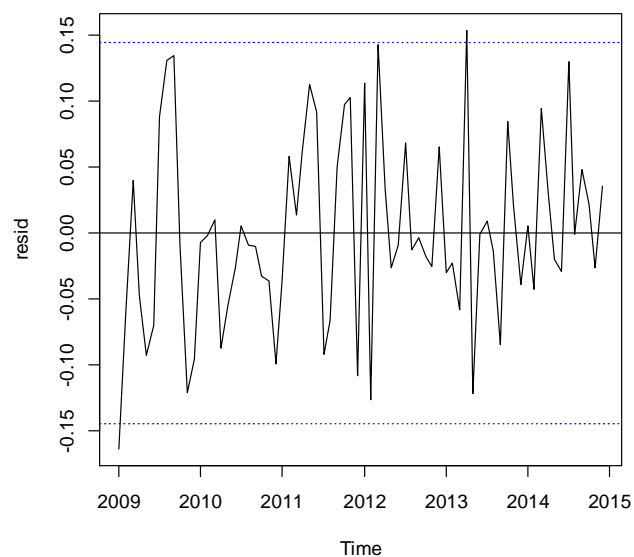
```
Coefficients:
      mal  intercept
    0.2905    8.2501
s.e.  0.1044    0.0109
```

```
sigma^2 estimated as 0.005147:  log likelihood = 87.49,  aic = -168.97
```

Validació del model:

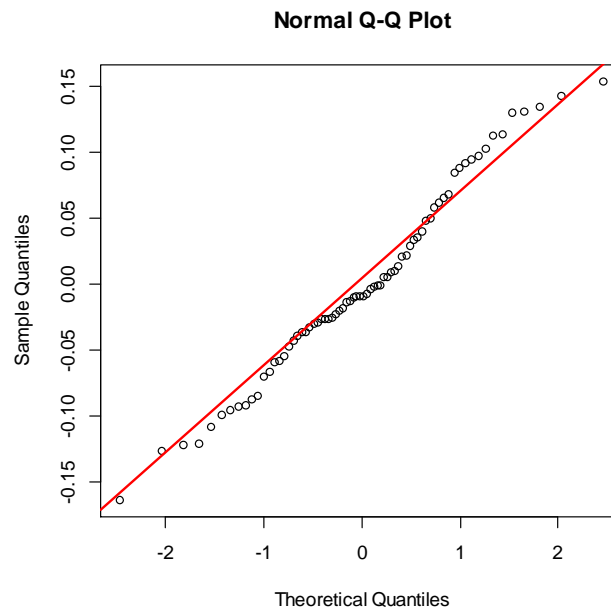
Gràfica dels residus:

```
resid=model$residuals
plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



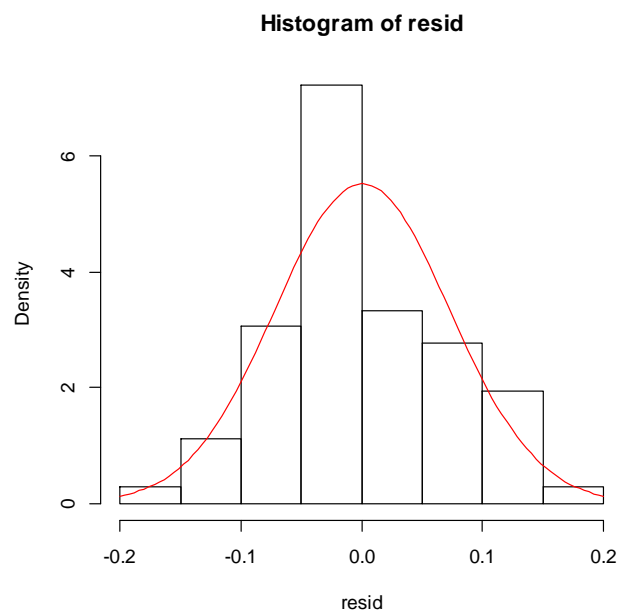
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



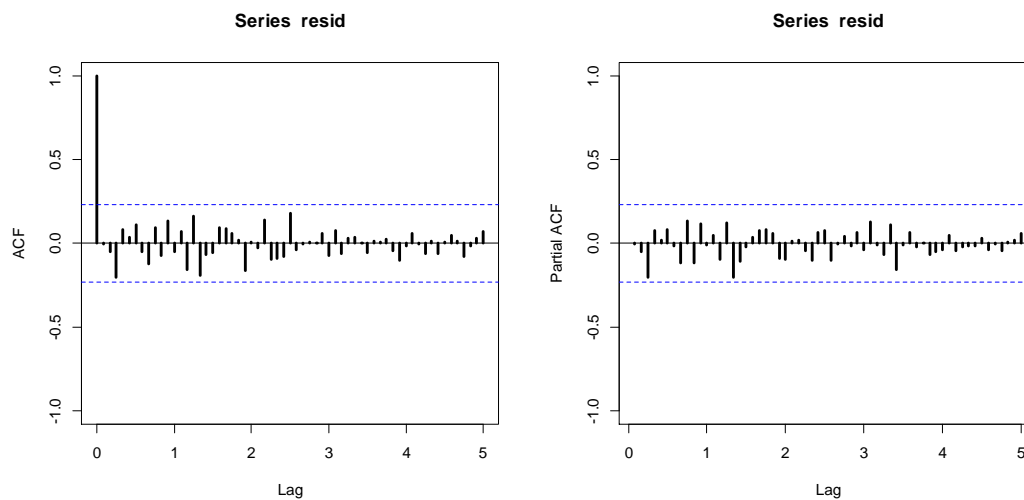
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



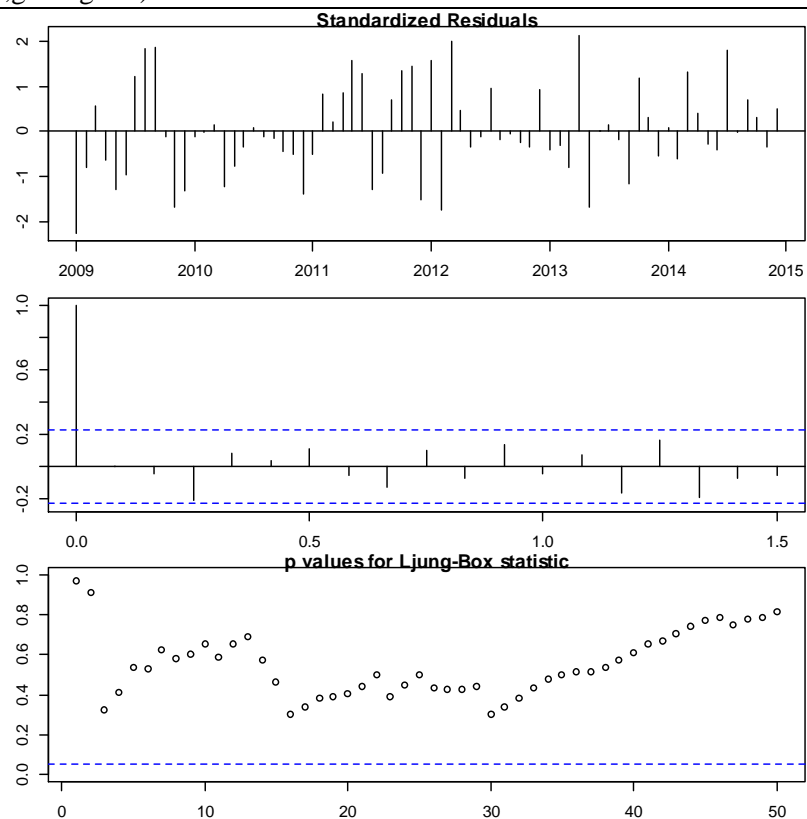
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
win.graph()
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's):

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)
names(psis)=paste("psi",1:36)
print(psis)
```

```
psi 1    psi 2    psi 3    psi 4    psi 5    psi 6    psi 7    psi 8
0.290467 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
psi 9    psi 10   psi 11   psi 12   psi 13   psi 14   psi 15   psi 16
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
psi 17   psi 18   psi 19   psi 20   psi 21   psi 22   psi 23   psi 24
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
psi 25   psi 26   psi 27   psi 28   psi 29   psi 30   psi 31   psi 32
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
psi 33   psi 34   psi 35   psi 36
0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
```

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's):

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
pi 1    pi 2    pi 3    pi 4    pi 5
2.904670e-01 -8.437105e-02 2.450700e-02 -7.118474e-03 2.067681e-03
pi 6    pi 7    pi 8    pi 9    pi 10
-6.005931e-04 1.744525e-04 -5.067267e-05 1.471874e-05 -4.275307e-06
pi 11   pi 12   pi 13   pi 14   pi 15
1.241835e-06 -3.607121e-07 1.047749e-07 -3.043366e-08 8.839972e-09
pi 16   pi 17   pi 18   pi 19   pi 20
-2.567720e-09 7.458377e-10 -2.166412e-10 6.292711e-11 -1.827825e-11
pi 21   pi 22   pi 23   pi 24   pi 25
5.309226e-12 -1.542155e-12 4.479450e-13 -1.301132e-13 3.779359e-14
pi 26   pi 27   pi 28   pi 29   pi 30
-1.097779e-14 3.188685e-15 -9.262075e-16 2.690327e-16 -7.814510e-17
pi 31   pi 32   pi 33   pi 34   pi 35
2.269857e-17 -6.593184e-18 1.915102e-18 -5.562739e-19 1.615792e-19
pi 36
-4.693341e-20
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
numeric(0)
```

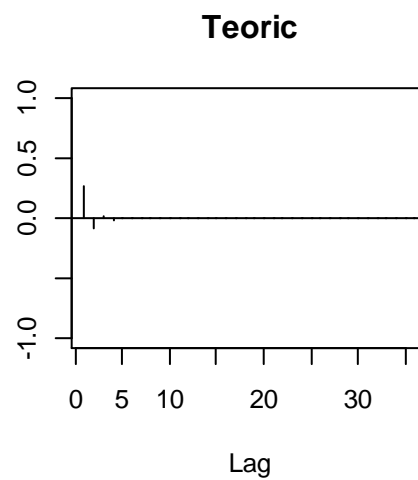
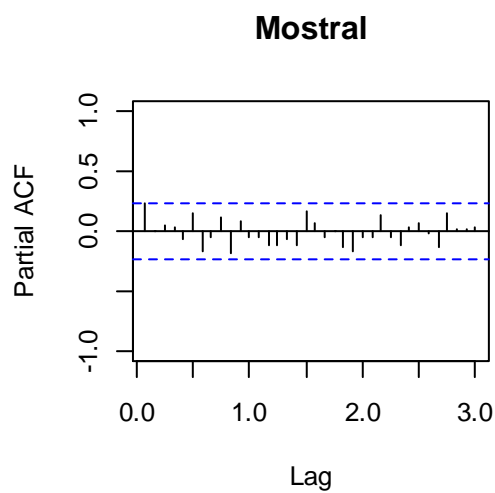
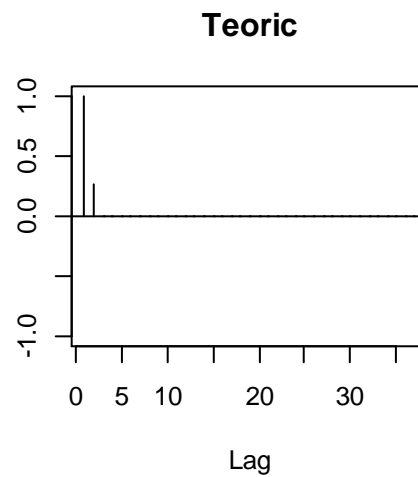
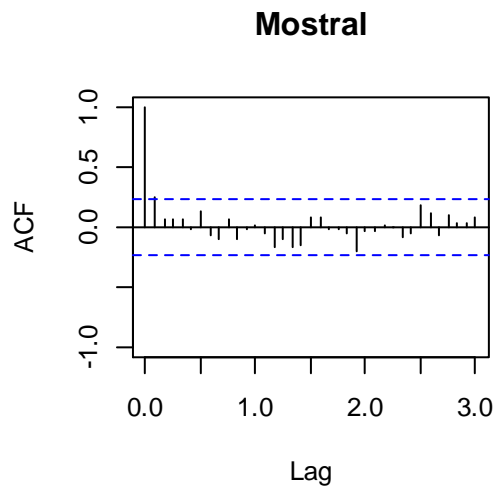
```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 3.442732
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapv2.lin=window(lnapv.lin,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapv.lin,order=c(0,0,1))
mod

mod2=arima(lnapv2.lin,order=c(0,0,1))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnapv.lin, order = c(0, 0, 1))
```

```
Coefficients:
      mal  intercept
      0.2905      8.2501
s.e.   0.1044      0.0109
```

```
sigma^2 estimated as 0.005147:  log likelihood = 87.49,  aic = -168.97
```

```
Call:
arima(x = lnapv2.lin, order = c(0, 0, 1))
```

```
Coefficients:
      mal  intercept
      0.3036      8.2447
s.e.   0.1114      0.0125
```

```
sigma^2 estimated as 0.005582:  log likelihood = 70.46,  aic = -134.93
```

Cal només tenir en compte l'EQM i l'EAM del model escollit:

```
mod.EQM: 0.03890062      mod.EAM: 0.5441831
```

Model amb atípics:

$$X_t \sim \text{MA}(1) \text{ amb constant}$$

$$\log X_t = \log X_{\text{lin}_t} + \sum_{i=1}^4 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{\text{lin}_t} = \log X_{\text{lin}_t} - 8.2501$$

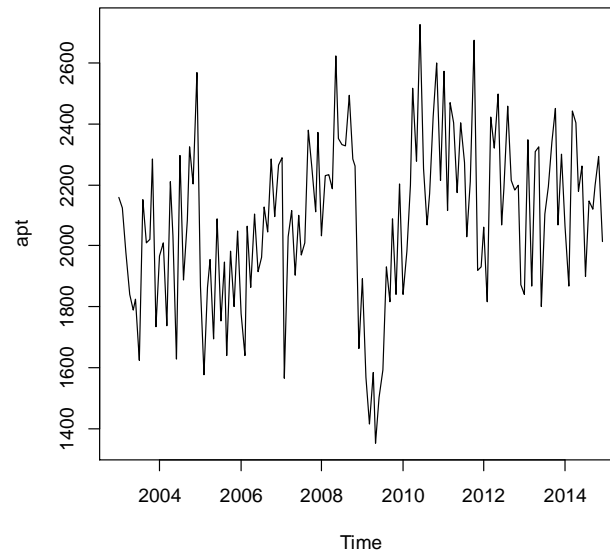
$$W_{\text{lin}_t} = (1 + 0.2905B) Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.005147)$$

Es poden considerar tots els paràmetres significatius, tot i pensar que dos paràmetres estarien en la frontera.

3.10. Port de Ghent: Sèrie de dades de gener de 2003 a desembre de 2014.

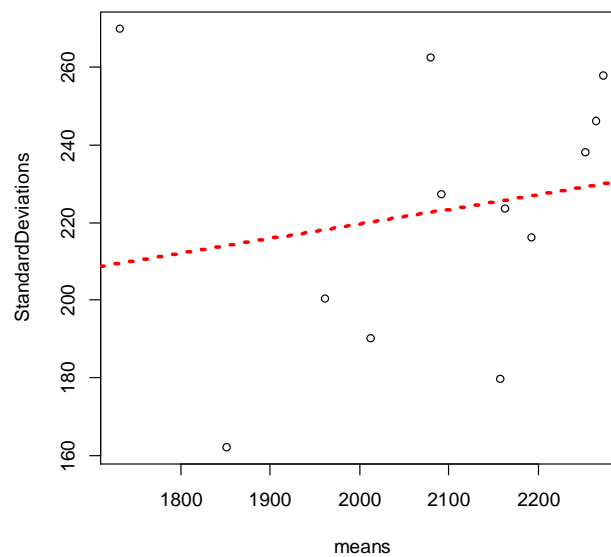
Lectura i gràfica de les dades:

```
apt=ts(read.table("Ghent2015.txt")[,1]/1000,start=2003,freq=12)  
plot(apt)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apt)/% 12*12  
m=apply(matrix(apt[1:ng],nrow=12),2,mean)  
s=apply(matrix(apt[1:ng],nrow=12),2,sd)  
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")  
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)  
summary(lm(s~m))
```



Call:

```
lm(formula = s ~ m)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-51.675	-20.688	0.924	19.353	60.381

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	143.89593	130.89760	1.099	0.297
m	0.03783	0.06256	0.605	0.559

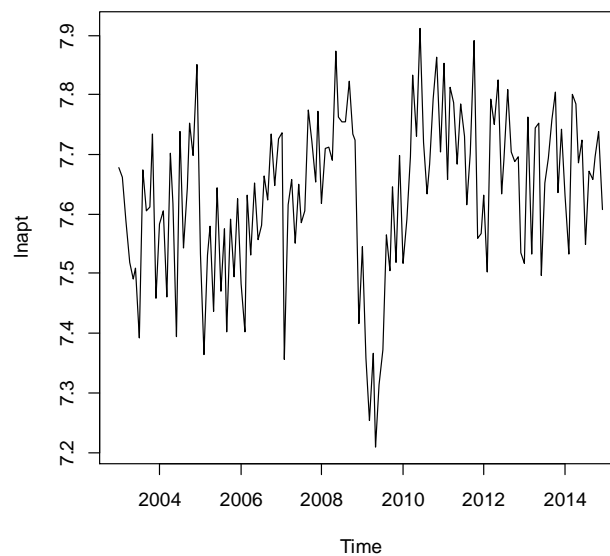
Residual standard error: 35.28 on 10 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.03529, Adjusted R-squared: -0.06118

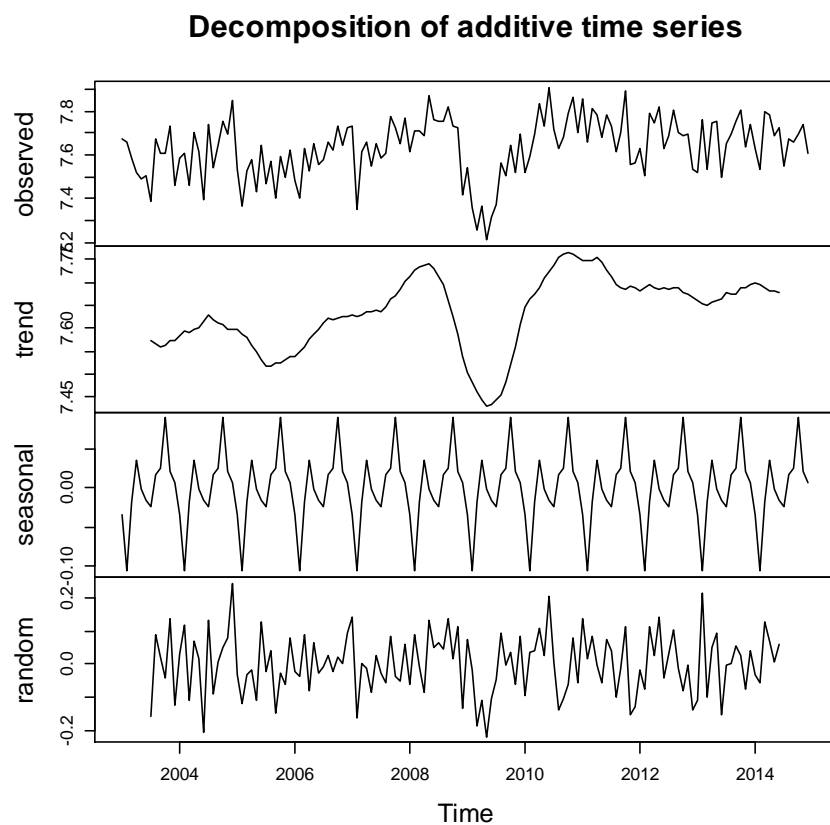
F-statistic: 0.3658 on 1 and 10 DF, p-value: 0.5588

Transformació logarítmica per eliminar la heterocedasticitat (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

```
lnapt=log(apt)
plot(lnapt)
```

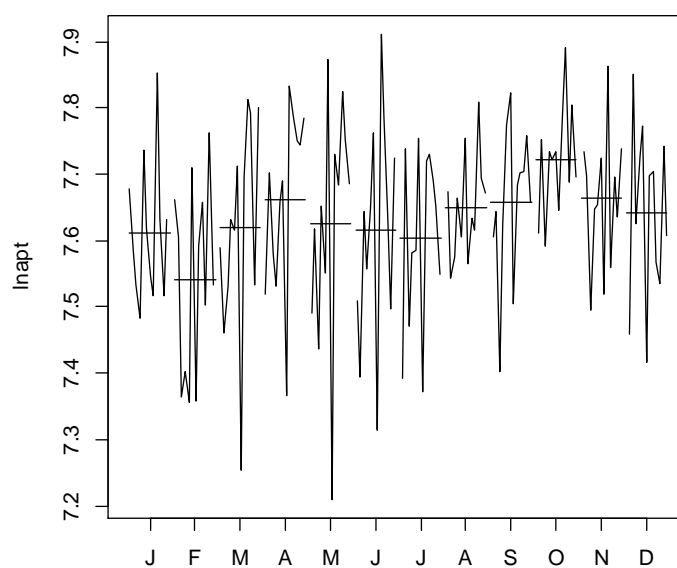


```
plot(decompose(lnapt))
```

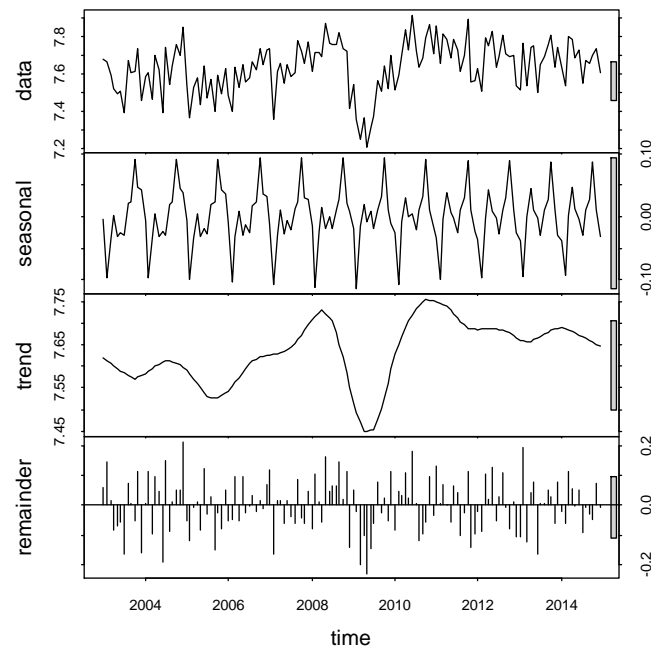


Són molt similars els gràfics dels valors observats i dels residus, per tant, tot apunta a que la sèrie no té estacionalitat.

```
monthplot(lnapt)
```



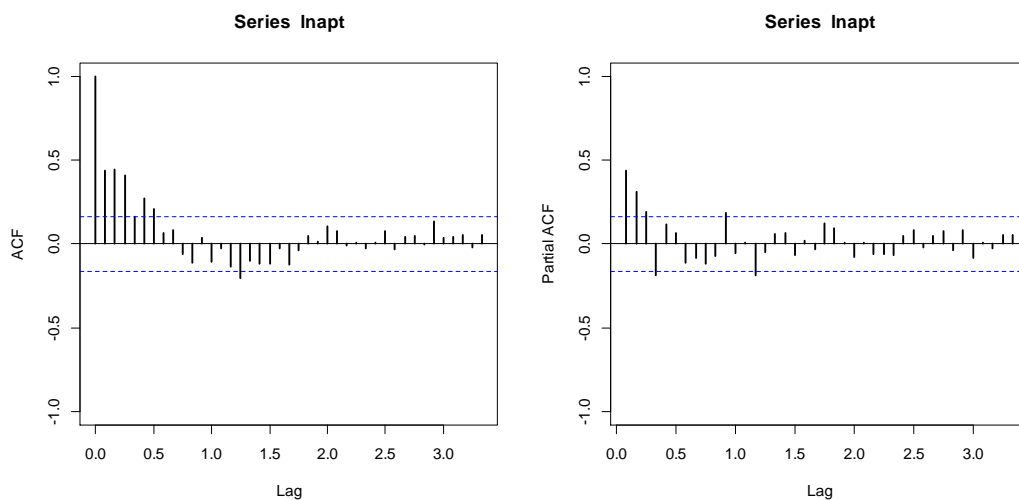
```
plot(stl(lnapt,s.window=12))
```



Component estacional negligible, per tant, no cal fer una diferenciació d'ordre 12. Es tracta d'un model ARMA(p,q).

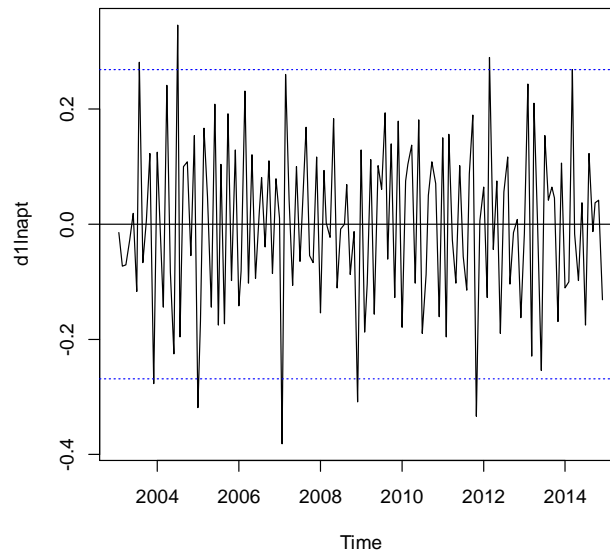
Gràfica ACF i PACF després d'aplicar la transformació logarítme:

```
acf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Diferenciació regular:

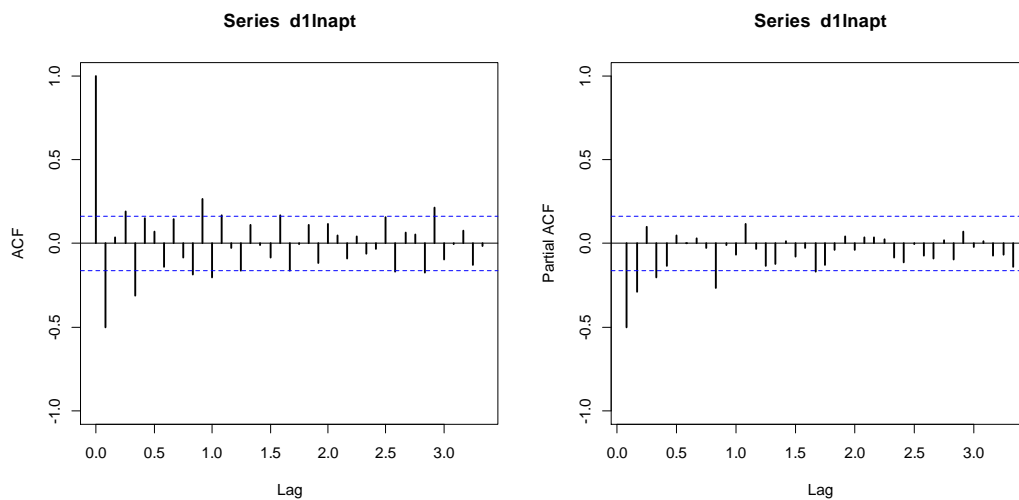
```
d1lnapt=diff(lnapt)
plot(d1lnapt)
abline(h=0)
abline(h=2*sd(lnapt),col=4,lty=3)
abline(h=-2*sd(lnapt),col=4,lty=3)
```



S'observen situacions relacionades amb dades atípiques. Mitjana al voltant de 0.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

```
acf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(d1lnapt,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Càlcul de les variàncies.

var(lnapt) var(d1lnapt)

```
var(lnapt)
0.01812474
var(d1lnapt)
0.02042556
```

Inicialment, no seria necessària una diferenciació regular després de la transformació logaritme.

Possibles models:

AR(4),MA(3), ARMA(4,2) i ARMA(1,1) amb constant. S'adjunta els resultats dels models així com el corresponent diagnòstic dels residus amb el test de Ljung-Box per tenir una idea aproximada del millor model.

AR(4)

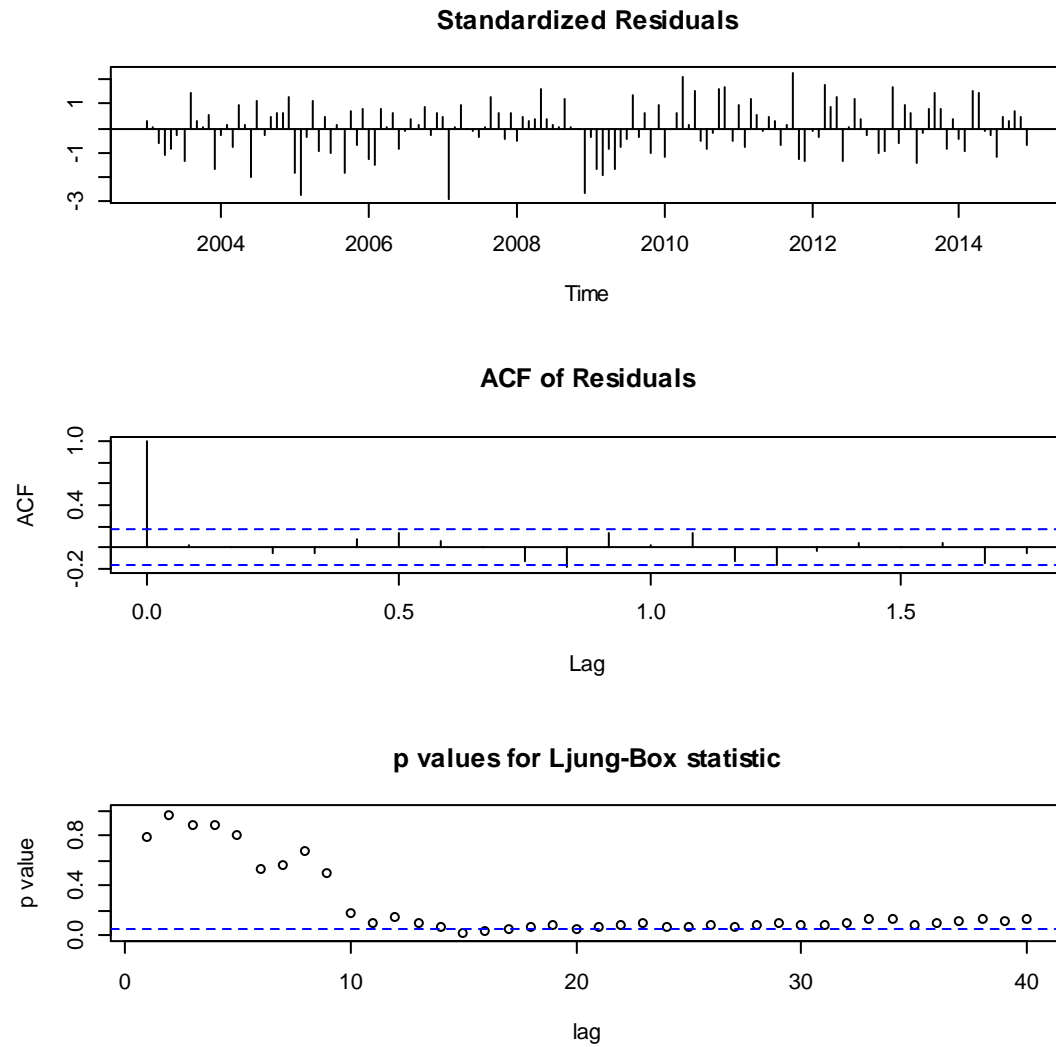
Call:

```
arima(x = lnapt, order = c(4, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	intercept
	0.2769	0.3032	0.2334	-0.1896	7.6356
s.e.	0.0814	0.0826	0.0820	0.0813	0.0240

```
sigma^2 estimated as 0.01214: log likelihood = 112.95, aic = -213.90
```

MA(3)

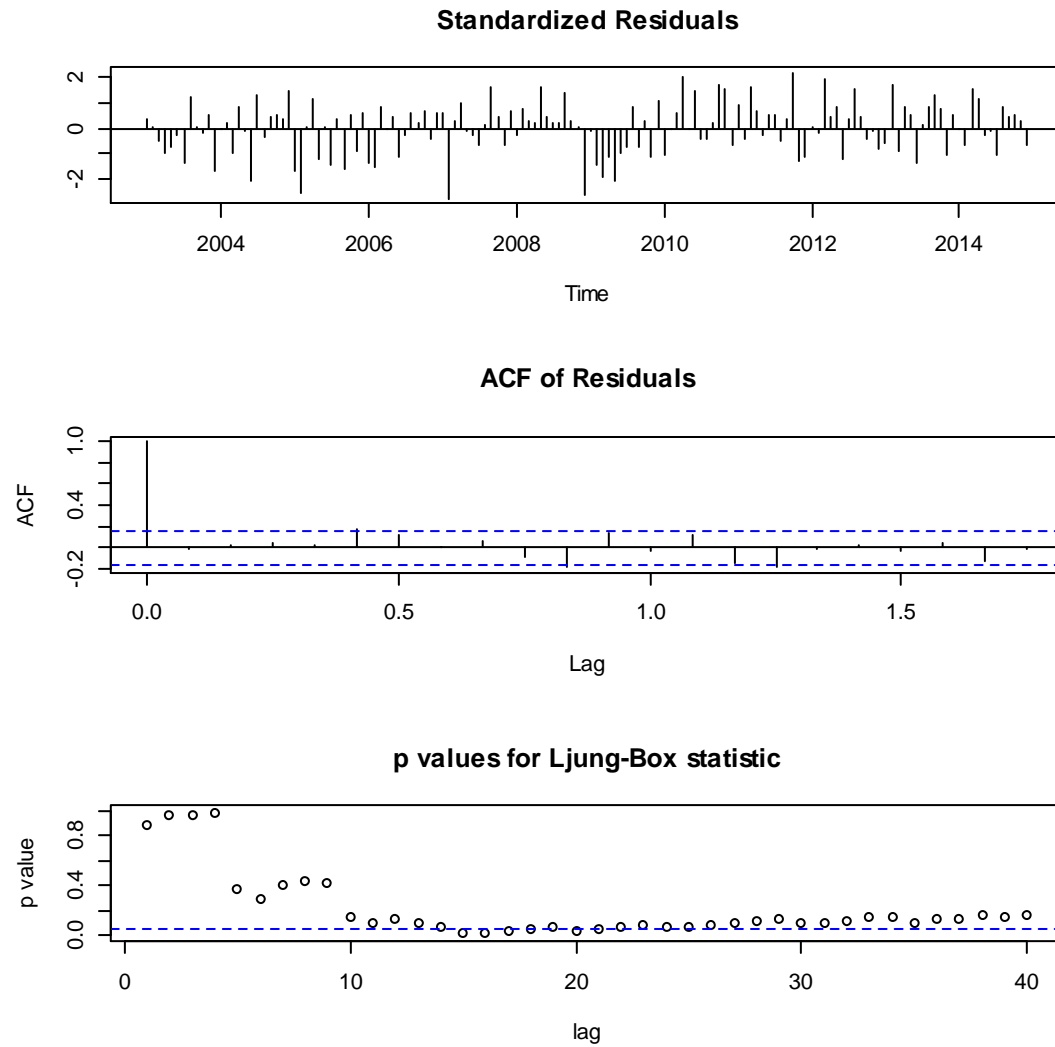
Call:

```
arima(x = lnapt, order = c(0, 0, 3))
```

Coefficients:

	ma1	ma2	ma3	intercept
	0.3264	0.3975	0.3799	7.6345
s.e.	0.0782	0.0742	0.0888	0.0194

sigma^2 estimated as 0.01244: log likelihood = 111.19, aic = -212.39



ARMA(4,2)

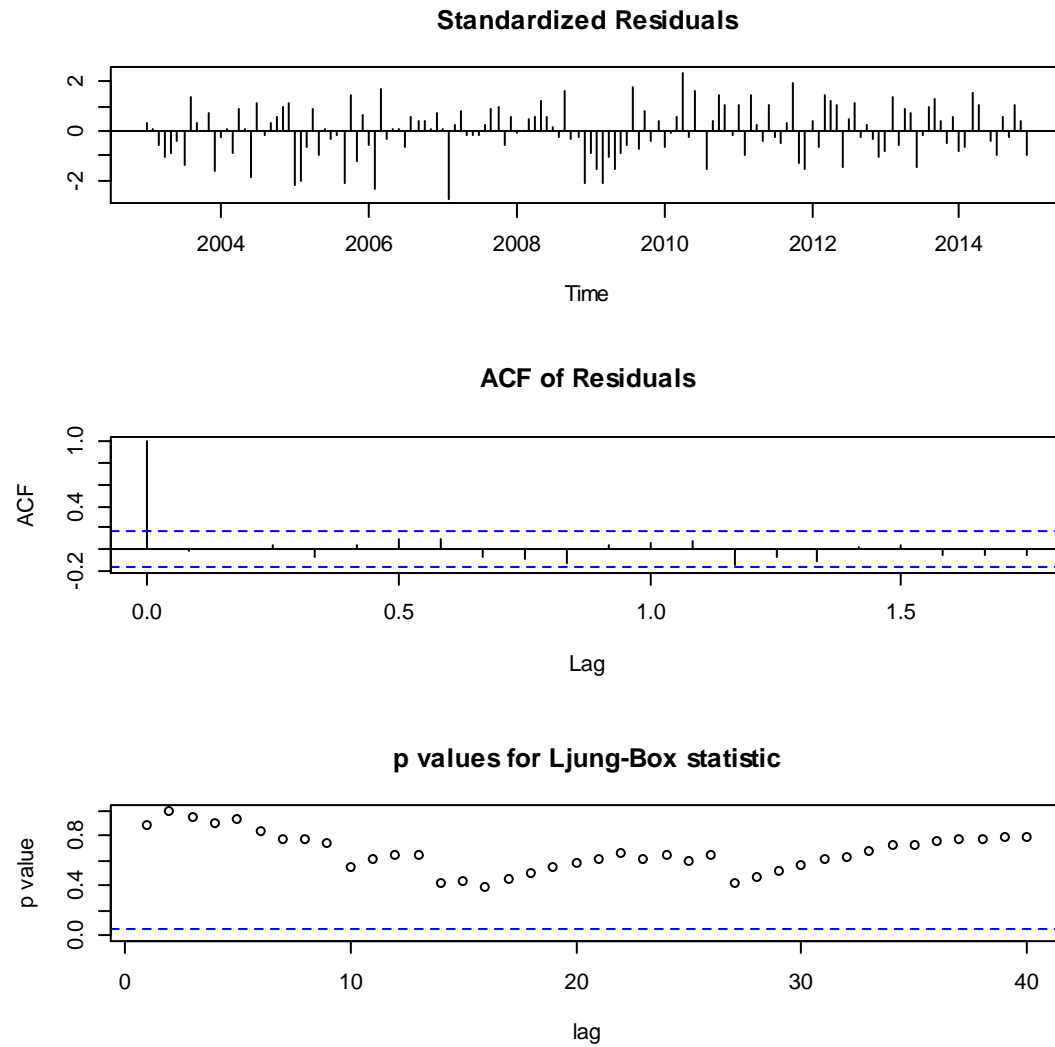
Call:

```
arima(x = lnapt, order = c(4, 0, 2))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ma1	ma2	intercept
	-0.9960	-0.1969	0.7721	0.2916	1.3816	0.9990	7.6354
s.e.	0.0815	0.0940	0.0940	0.0818	0.0356	0.0488	0.0254

sigma^2 estimated as 0.01079: log likelihood = 118.76, **aic = -221.52**



ARMA(1,1)

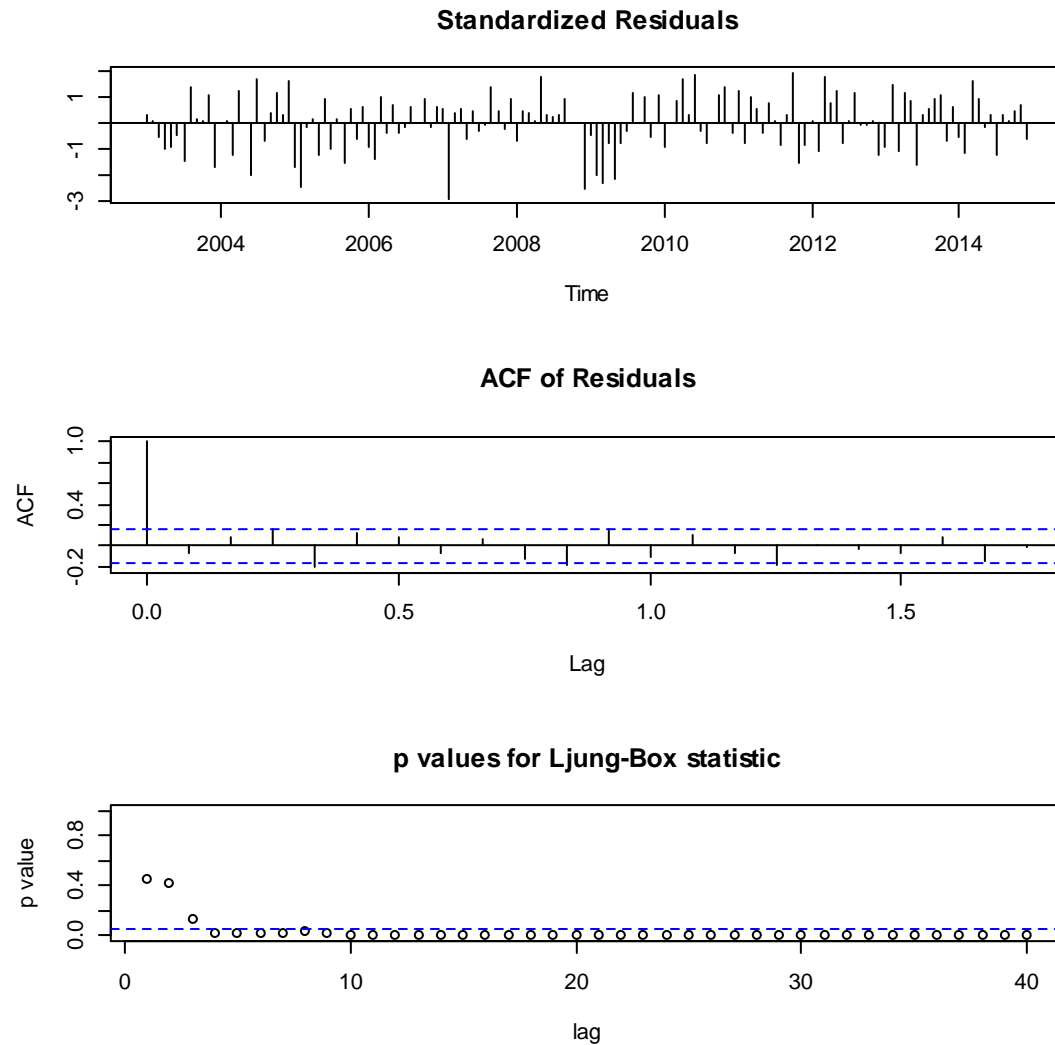
Call:

```
arima(x = lnapt, order = c(1, 0, 1))
```

Coefficients:

	ar1	ma1	intercept
	0.8384	-0.5122	7.6351
s.e.	0.0663	0.0970	0.0280

sigma^2 estimated as 0.0131: log likelihood = 107.63, aic = -207.26

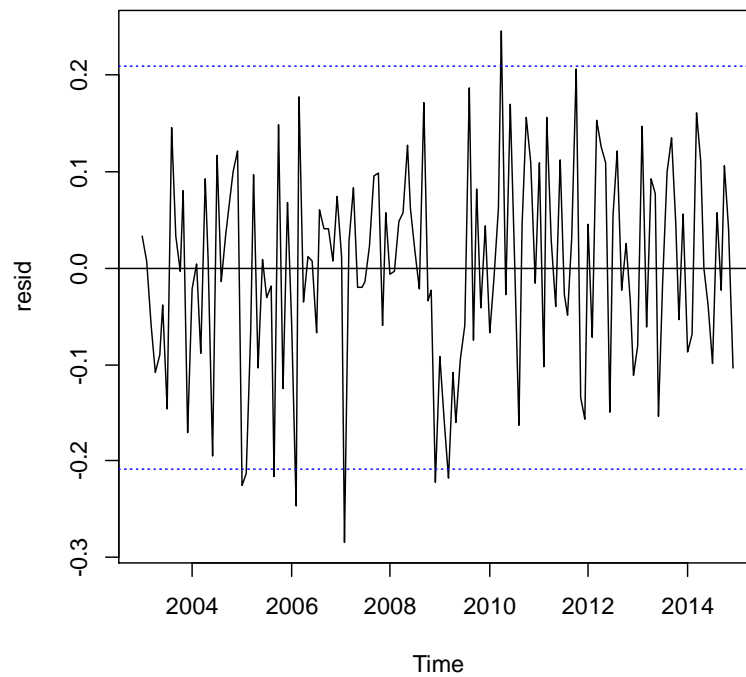


Dels models plantejats, tenint en compte el test de Ljung-Box, només es pot utilitzar el model ARMA(4,2) que a més és el que té l'aic més petit

Validació del model escollit:

Gràfica dels residus:

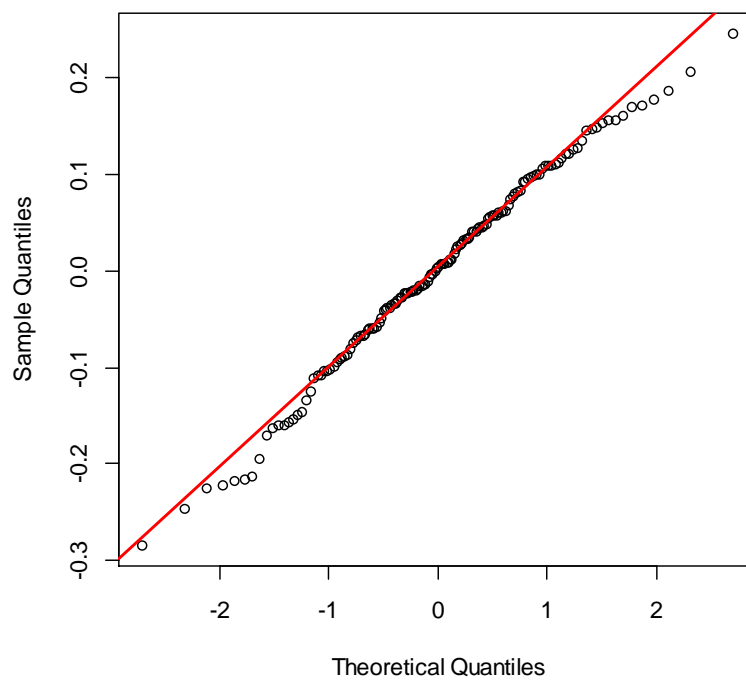
```
resid=model$residuals
plot(resid)
abline(h=0)
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



Gràfica de normalitat dels residus:

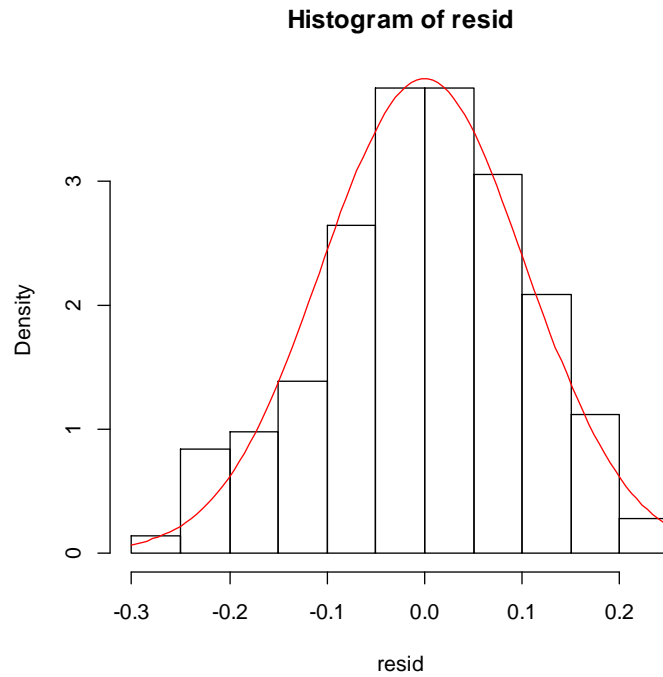
```
qqnorm(resid)
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```

Normal Q-Q Plot



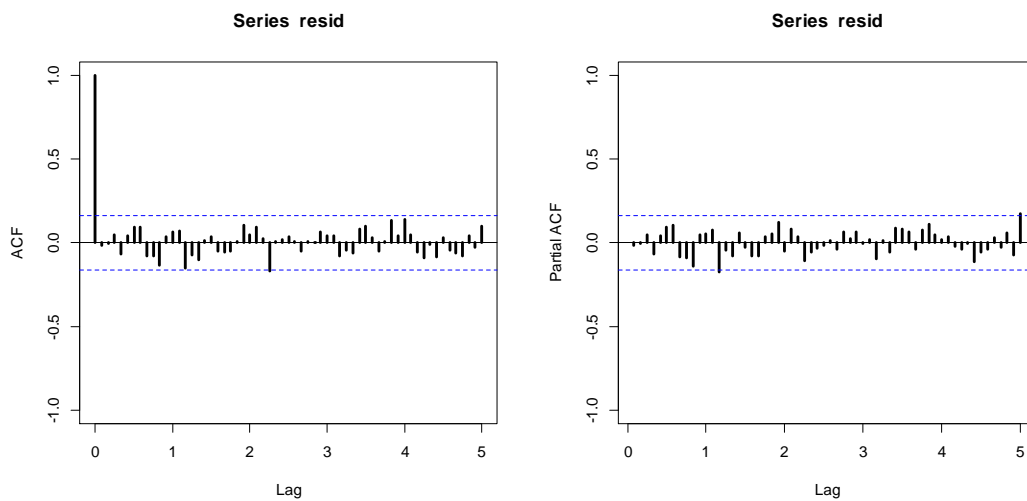
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



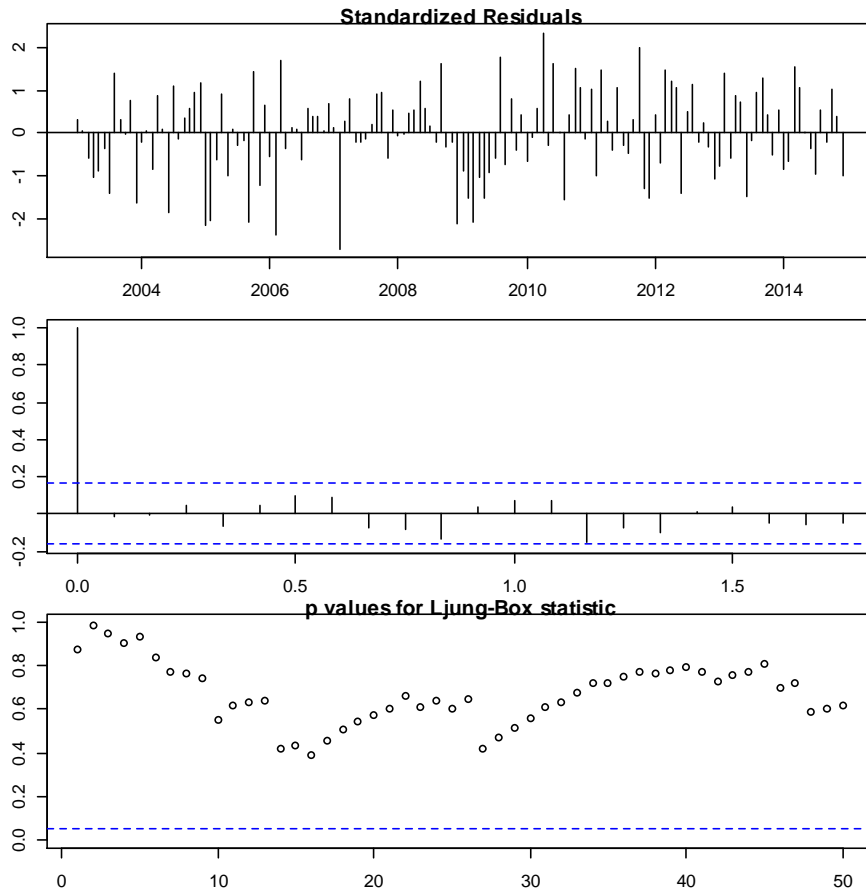
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)  
names(psis)=paste("psi",1:36)  
print(psis)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5
3.856482e-01	4.179884e-01	2.798885e-01	2.282757e-01	1.527166e-01
psi 6	psi 7	psi 8	psi 9	psi 10
1.409333e-01	8.742939e-02	6.964731e-02	6.676469e-02	2.838892e-02
psi 11	psi 12	psi 13	psi 14	psi 15
3.784752e-02	2.857345e-02	5.475420e-03	2.642105e-02	5.705048e-03
psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20
1.673999e-03	1.920668e-02	-7.350379e-03	6.494606e-03	1.029741e-02
psi 21	psi 22	psi 23	psi 24	psi 25
-1.161042e-02	1.240759e-02	-2.266134e-04	-8.180152e-03	1.438712e-02
psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-9.275717e-03	2.293541e-05	1.052762e-02	-1.345717e-02	8.643136e-03
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
2.177182e-03	-1.119182e-02	1.346815e-02	-7.008900e-03	-3.678378e-03
psi 36				
1.217998e-02				

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5
3.856482e-01 2.692639e-01 1.485094e-02 2.060800e-03 -1.768368e-02
      pi 6      pi 7      pi 8      pi 9      pi 10
2.237370e-02 -1.324604e-02 -4.050516e-03 1.882942e-02 -2.196894e-02
      pi 11      pi 12      pi 13      pi 14      pi 15
1.154219e-02 6.000265e-03 -1.982109e-02 2.139122e-02 -9.753300e-03
      pi 16      pi 17      pi 18      pi 19      pi 20
-7.894716e-03 2.065140e-02 -2.064582e-02 7.893925e-03 9.719033e-03
      pi 21      pi 22      pi 23      pi 24      pi 25
-2.131440e-02 1.973931e-02 -5.979111e-03 -1.145900e-02 2.180546e-02
      pi 26      pi 27      pi 28      pi 29      pi 30
-1.867953e-02 4.024287e-03 1.310111e-02 -2.212137e-02 1.747549e-02
      pi 31      pi 32      pi 33      pi 34      pi 35
-2.045140e-03 -1.463272e-02 2.226029e-02 -1.613733e-02 5.748972e-05
      pi 36
1.604209e-02
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.000354 1.000354 1.319366 2.597590
```

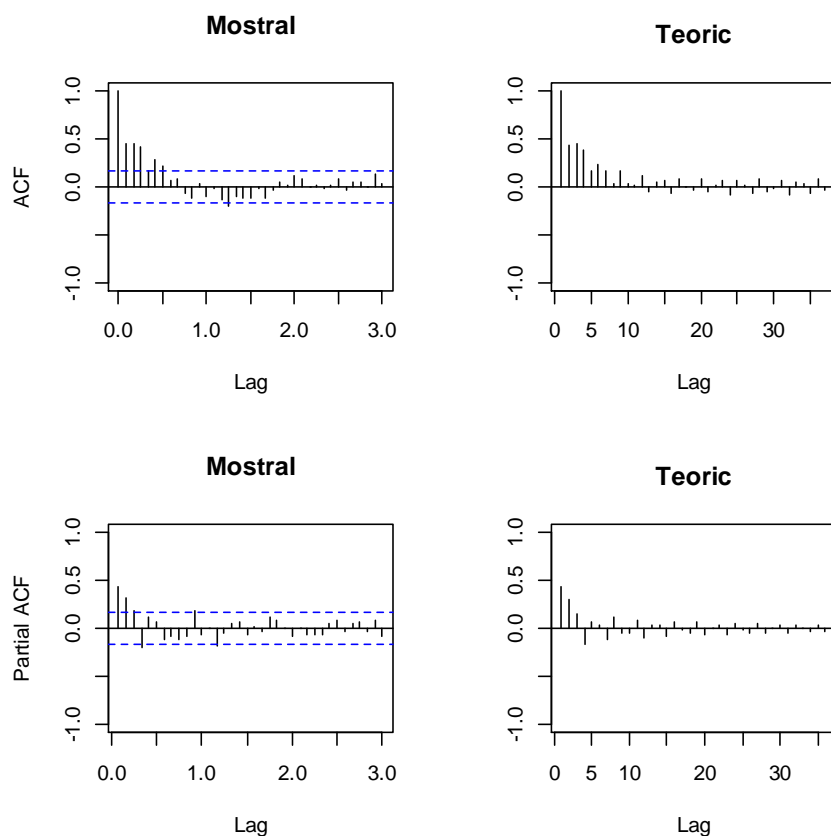
```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 1.00049 1.00049
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat.

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-
1,1),type="h", xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```

Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapt2=window(lnapt,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapt,order=c(4,0,2))
mod

mod2=arima(lnapt2,order=c(4,0,2))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnapt, order = c(4, 0, 2))
```

```
Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ma1      ma2  intercept
-0.9960 -0.1969  0.7721  0.2916  1.3816  0.9990      7.6354
s.e.    0.0815   0.0940  0.0940  0.0818  0.0356  0.0488      0.0254
```

```
sigma^2 estimated as 0.01079:  log likelihood = 118.76,  aic = -221.52
```

```
Call:
arima(x = lnapt2, order = c(4, 0, 2))

Coefficients:
          ar1          ar2          ar3          ar4          ma1          ma2  intercept
      -1.0061   -0.1857    0.8000    0.3254    1.3895    0.9999         7.6349
s.e.    0.0854    0.0965    0.0967    0.0867    0.0306    0.0336         0.0284

sigma^2 estimated as 0.01102:  log likelihood = 107.16,  aic = -198.31
```

Capacitat de previsió:

```
pred=predict(mod2,n.ahead=12)

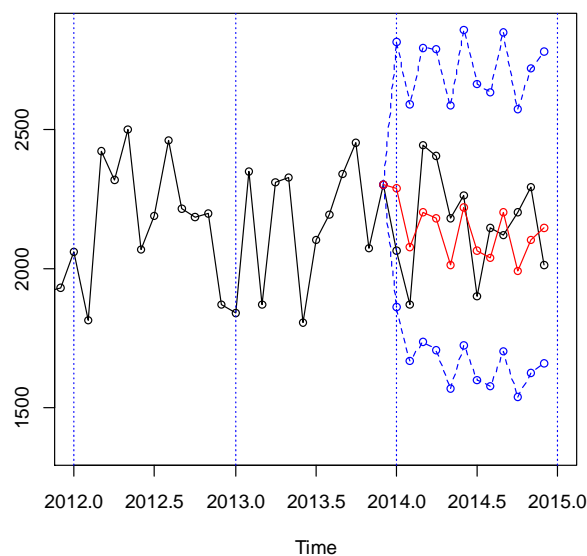
pr<-c(lnapt2[length(lnapt2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apr,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apr,error=apr-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <- resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```



		tl	pr	tu	apt	error
Jan	2014	1861.278	2289.770	2816.907	2063.651	-226.11877
Feb	2014	1666.012	2078.383	2592.824	1867.951	-210.43237
Mar	2014	1736.330	2202.864	2794.751	2442.071	239.20684
Apr	2014	1704.142	2179.789	2788.193	2403.294	223.50529
May	2014	1566.012	2013.056	2587.716	2179.224	166.16775
Jun	2014	1721.682	2218.170	2857.832	2262.670	44.50034
Jul	2014	1597.533	2063.371	2665.047	1897.942	-165.42927
Aug	2014	1576.978	2038.113	2634.091	2146.591	108.47789
Sep	2014	1703.025	2202.459	2848.358	2118.794	-83.66500
Oct	2014	1536.914	1988.819	2573.599	2200.174	211.35534
Nov	2014	1623.517	2100.981	2718.864	2293.292	192.31063
Dec	2014	1658.765	2147.235	2779.551	2013.603	-133.63241

```
> mod.EQM<- sum((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.08151645
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.9325666
```

Previsió a llarg termini:

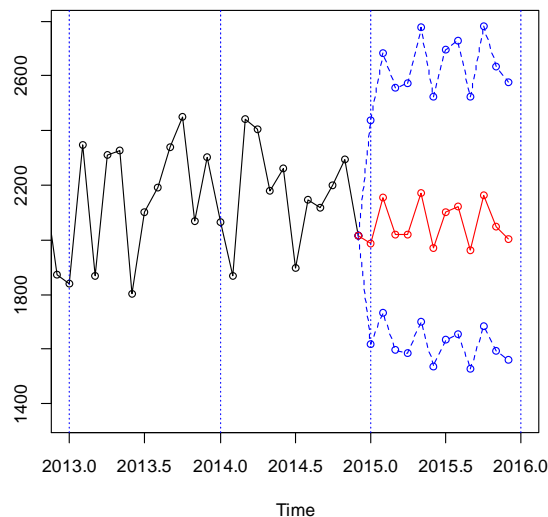
```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt[length(lnapt)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apt,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	1618.465	1986.358	2437.878
Feb	2015	1732.339	2156.294	2684.003
Mar	2015	1598.189	2021.128	2555.993
Apr	2015	1586.585	2020.861	2574.006
May	2015	1698.639	2172.363	2778.202
Jun	2015	1536.798	1969.520	2524.085
Jul	2015	1636.291	2100.570	2696.583
Aug	2015	1653.413	2123.644	2727.609
Sep	2015	1528.301	1963.945	2523.769
Oct	2015	1683.227	2163.717	2781.366
Nov	2015	1594.868	2050.242	2635.637
Dec	2015	1558.959	2004.420	2577.167

$X_t \sim \text{ARMA}(4,2)$ amb constant

$$W_t = \log X_t - 7.6354$$

$$(1 + 0.9960B + 0.1969B^2 - 0.7721B^3 - 0.2916B^4)W_t = \\ = (1 + 1.3895B + 0.9990B^2)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.01102)$$

Estudi del model considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(model,dif=c(0,0),crit=2.5,LS=T)
mod.atip$atip

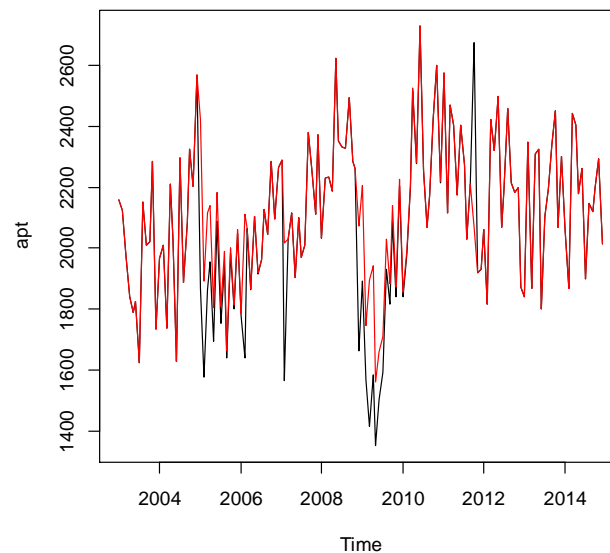
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],2003+((atipics[,1]-1)%/%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
	4	25	TC	-0.2601664	2.965578	Ene 2005 77.09233
	3	38	AO	-0.2511139	2.935159	Feb 2006 77.79337
	2	50	AO	-0.2541498	2.882295	Feb 2007 77.55756
	6	72	TC	-0.2200725	2.618945	Dic 2008 80.24606
	5	75	TC	-0.2178889	2.532931	Mar 2009 80.42148
	1	106	AO	0.2569997	2.818927	Oct 2011 129.30447

```
mod.atip$sigma2
[1] 0.007856124
```

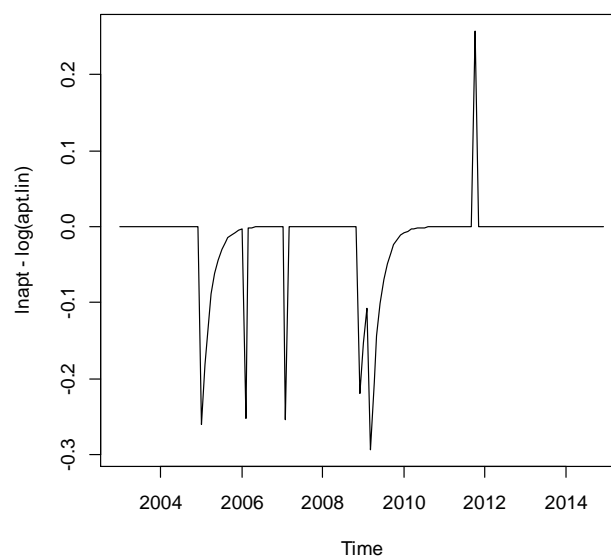
Linealització de la sèrie:

```
lnapt.lin=lineal(lnapt,mod.atip$atip)
apt.lin=ts(exp(lnapt.lin),start=2003,freq=12)
plot(apt,col=1)
lines(apt.lin,col=2)
```



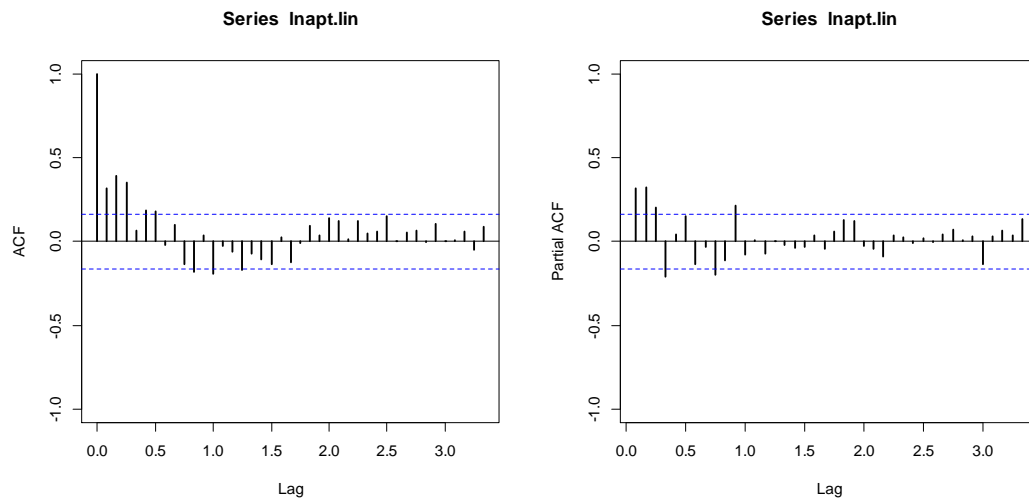
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapt-log(apt.lin))
```



Gràfica ACF i PACF de la sèrie linealitzada.

```
acf(lnapt.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
win.graph()
pacf(lnapt.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,lag.max=40)
```



Model a considerar: ARMA(4,2).

```
aptlin.mod=arima(lnapt.lin,order=c(4,0,2))
aptlin.mod
```

Call:

```
arima(x = lnapt.lin, order = c(4, 0, 2))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ma1	ma2	intercept
	-1.0873	-0.2733	0.7467	0.3429	1.4013	0.9999	7.6526
s.e.	0.0803	0.1008	0.1011	0.0816	0.0298	0.0352	0.0191

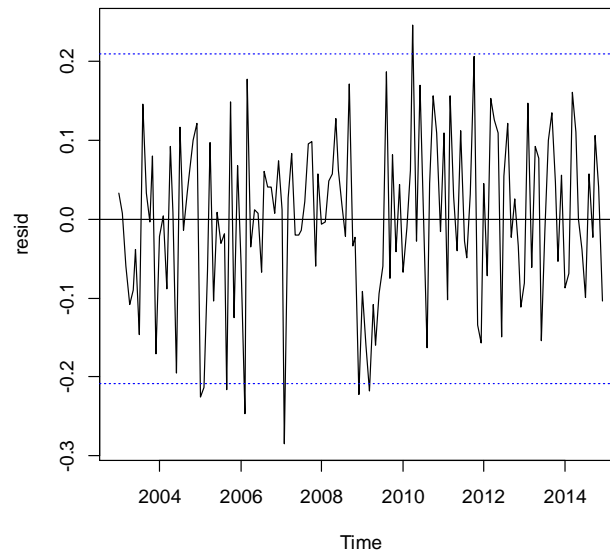
sigma^2 estimated as 0.007602: log likelihood = 143.52, **aic = -271.04**

L'aic és superior al calculat amb la sèrie inicial.

Validació del model:

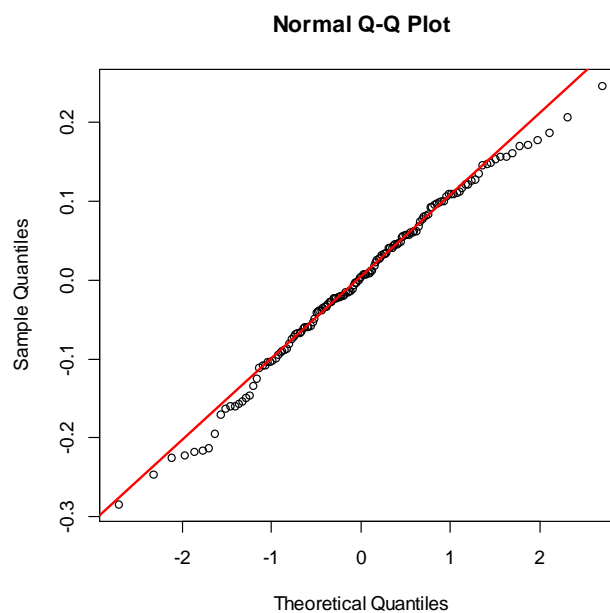
Gràfica dels residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



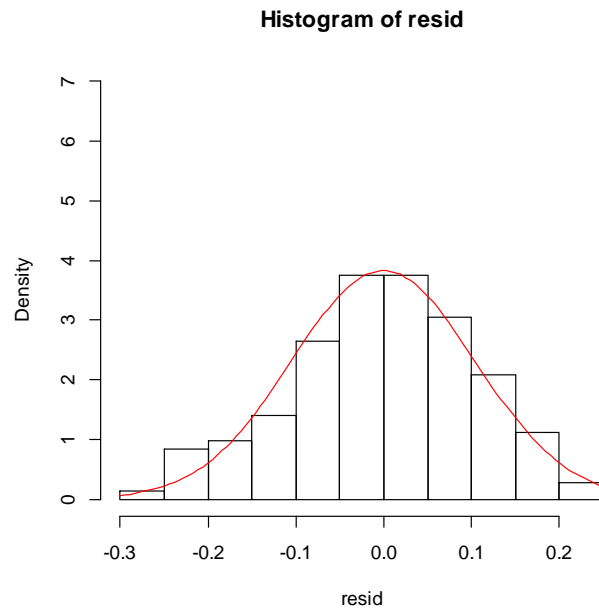
Gràfica de normalitat dels residus:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2,lwd=2)
```



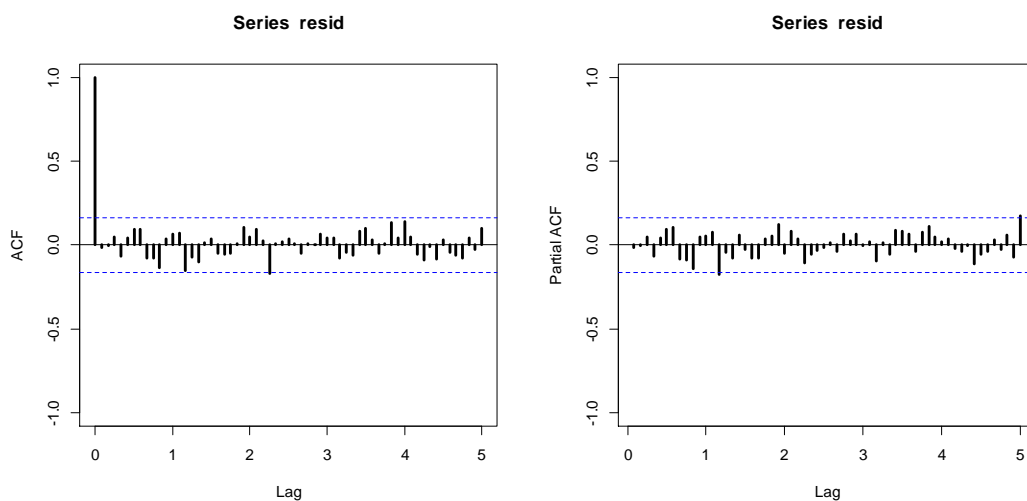
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



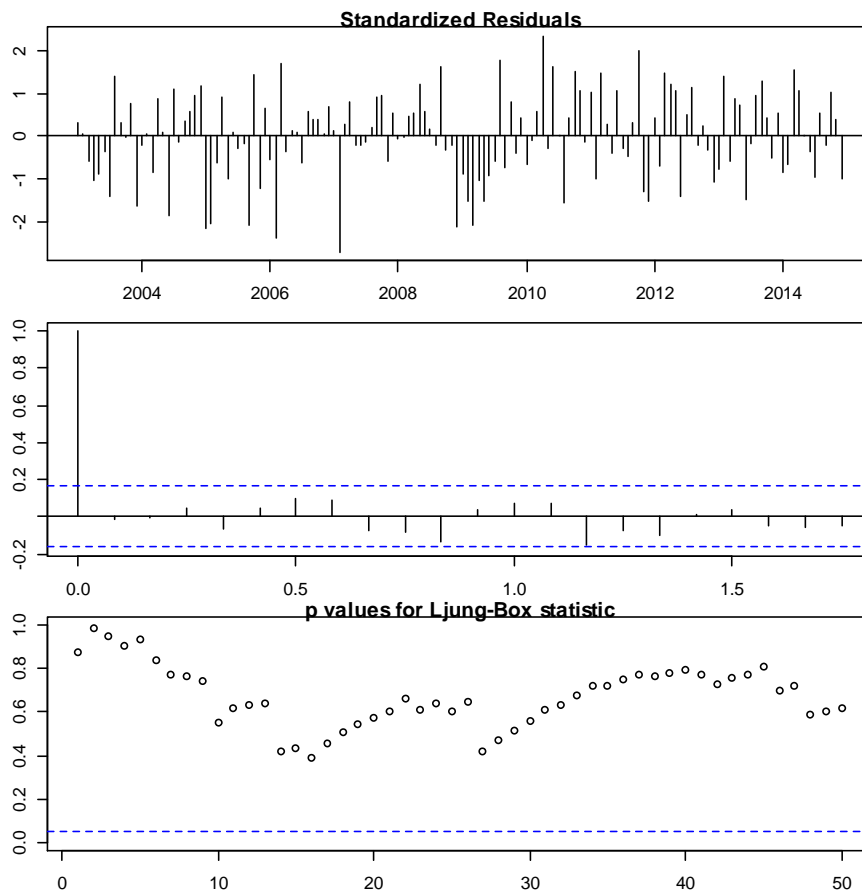
Gràfica ACF i PACF dels residus:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(model,gof.lag=50)
```



Expressió del model com MA infinit (pesos psi's)

```
psis=ARMAtoMA(ar=model$model$phi,ma=model$model$theta,lag.max=36)  
names(psis)=paste("psi",1:36)  
print(psis)
```

```
psi 1      psi 2      psi 3      psi 4      psi 5  
3.856482e-01 4.179884e-01 2.798885e-01 2.282757e-01 1.527166e-01  
psi 6      psi 7      psi 8      psi 9      psi 10  
1.409333e-01 8.742939e-02 6.964731e-02 6.676469e-02 2.838892e-02  
psi 11     psi 12     psi 13     psi 14     psi 15  
3.784752e-02 2.857345e-02 5.475420e-03 2.642105e-02 5.705048e-03  
psi 16     psi 17     psi 18     psi 19     psi 20  
1.673999e-03 1.920668e-02 -7.350379e-03 6.494606e-03 1.029741e-02  
psi 21     psi 22     psi 23     psi 24     psi 25  
-1.161042e-02 1.240759e-02 -2.266134e-04 -8.180152e-03 1.438712e-02  
psi 26     psi 27     psi 28     psi 29     psi 30  
-9.275717e-03 2.293541e-05 1.052762e-02 -1.345717e-02 8.643136e-03  
psi 31     psi 32     psi 33     psi 34     psi 35  
2.177182e-03 -1.119182e-02 1.346815e-02 -7.008900e-03 -3.678378e-03  
psi 36  
1.217998e-02
```

Expressió del model com AR infinit (pesos pi's)

```
pis=-ARMAtoMA(ar=-model$model$theta,ma=-model$model$phi,lag.max=36)
names(pis)=paste("pi",1:36)
print(pis)
```

```
      pi 1      pi 2      pi 3      pi 4      pi 5
3.856482e-01 2.692639e-01 1.485094e-02 2.060800e-03 -1.768368e-02
      pi 6      pi 7      pi 8      pi 9      pi 10
2.237370e-02 -1.324604e-02 -4.050516e-03 1.882942e-02 -2.196894e-02
      pi 11      pi 12      pi 13      pi 14      pi 15
1.154219e-02 6.000265e-03 -1.982109e-02 2.139122e-02 -9.753300e-03
      pi 16      pi 17      pi 18      pi 19      pi 20
-7.894716e-03 2.065140e-02 -2.064582e-02 7.893925e-03 9.719033e-03
      pi 21      pi 22      pi 23      pi 24      pi 25
-2.131440e-02 1.973931e-02 -5.979111e-03 -1.145900e-02 2.180546e-02
      pi 26      pi 27      pi 28      pi 29      pi 30
-1.867953e-02 4.024287e-03 1.310111e-02 -2.212137e-02 1.747549e-02
      pi 31      pi 32      pi 33      pi 34      pi 35
-2.045140e-03 -1.463272e-02 2.226029e-02 -1.613733e-02 5.748972e-05
      pi 36
1.604209e-02
```

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))
[1] 1.000354 1.000354 1.319366 2.597590
```

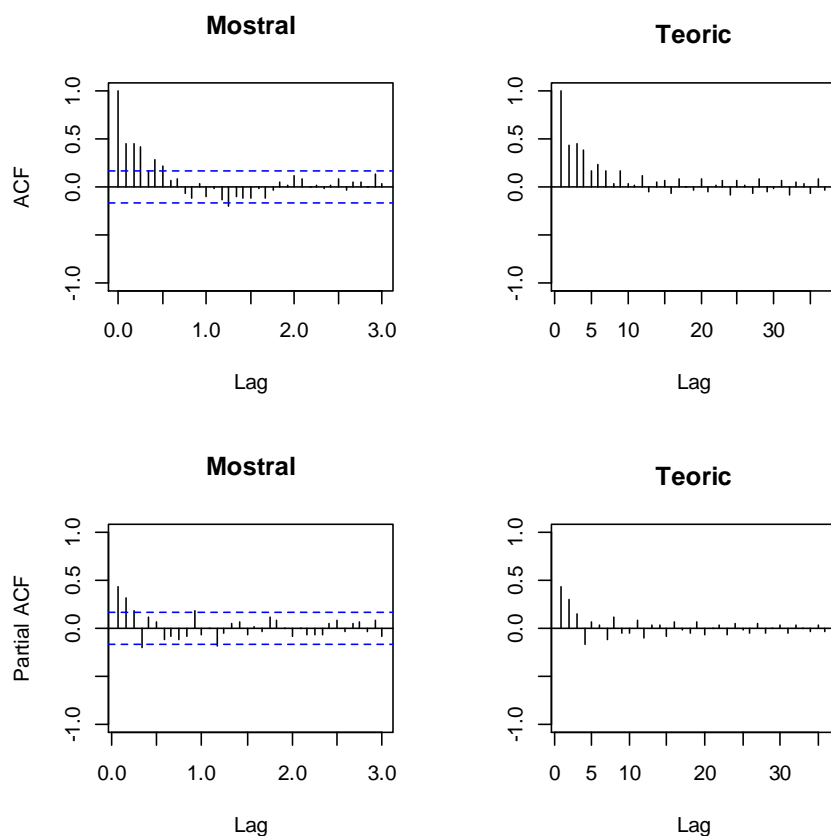
```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
[1] 1.00049 1.00049
```

Comparació d'ACF i PACF mostral i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))

acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)

pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",
xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapt2.lin=window(lnapt.lin,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapt.lin,order=c(4,0,2))
mod

mod2=arima(lnapt2.lin,order=c(4,0,2))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnapt.lin, order = c(4, 0, 2))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ma1	ma2	intercept
	-1.0873	-0.2733	0.7467	0.3429	1.4013	0.9999	7.6526
s.e.	0.0803	0.1008	0.1011	0.0816	0.0298	0.0352	0.0191

```
sigma^2 estimated as 0.007602: log likelihood = 143.52, aic = -271.04
```

```
Call:
arima(x = lnapt2.lin, order = c(4, 0, 2))

Coefficients:
          ar1          ar2          ar3          ar4          ma1          ma2  intercept
      -1.1052   -0.2492    0.7953    0.3990    1.4169    1.0000        7.6532
s.e.    0.0831    0.1026    0.1030    0.0844    0.0340    0.0356        0.0218

sigma^2 estimated as 0.007536:  log likelihood = 131.76, aic = -247.52
```

Capacitat de previsió:

```
pred=predict(mod2,n.ahead=12)

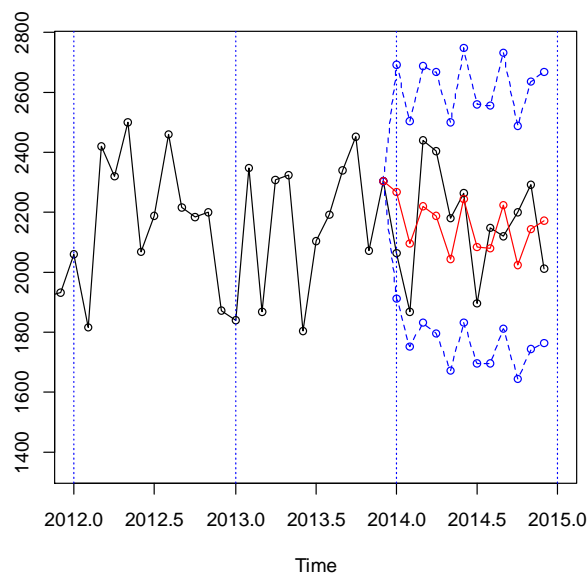
pr<-c(lnapt2[length(lnapt2)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apr,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apr,error=apr-pr),start=c(2014,1))
resul

obs <- resul[,4]
prev <- resul[,2]
mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```



		tl	pr	tu	apt	error
Jan	2014	1911.324	2268.644	2692.763	2063.651	-204.99270
Feb	2014	1751.502	2094.834	2505.466	1867.951	-226.88255
Mar	2014	1831.963	2219.451	2688.899	2442.071	222.61959
Apr	2014	1797.161	2189.688	2667.949	2403.294	213.60590
May	2014	1670.772	2043.948	2500.475	2179.224	135.27613
Jun	2014	1833.079	2244.584	2748.466	2262.670	18.08643
Jul	2014	1697.627	2084.475	2559.477	1897.942	-186.53313
Aug	2014	1694.420	2080.917	2555.575	2146.591	65.67350
Sep	2014	1811.637	2225.812	2734.675	2118.794	-107.01805
Oct	2014	1645.477	2023.167	2487.548	2200.174	177.00708
Nov	2014	1743.438	2143.634	2635.693	2293.292	149.65817
Dec	2014	1765.125	2171.065	2670.361	2013.603	-157.46196

```
> mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.lin.EQM
[1] 0.07474004
> mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.lin.EAM
[1] 0.8741997
```

Previsió a llarg termini:

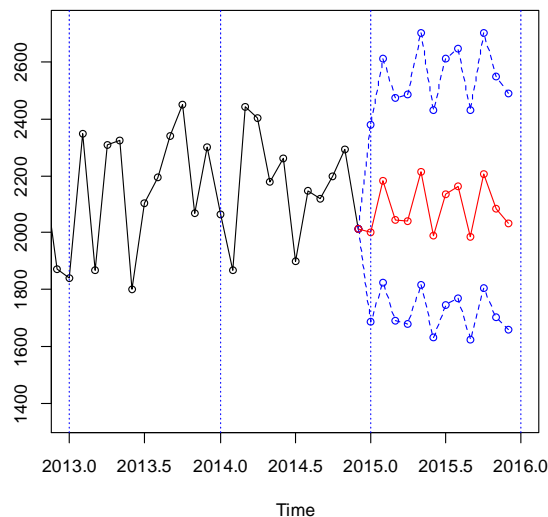
```
pred=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-c(lnapt[length(lnapt)],pred$pr)
se<-c(0,pred$se)

#Intervals
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apt,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	1687.043	2003.734	2379.874
Feb	2015	1823.159	2182.357	2612.324
Mar	2015	1688.861	2045.240	2476.822
Apr	2015	1679.185	2043.087	2485.852
May	2015	1815.542	2215.379	2703.271
Jun	2015	1630.035	1990.746	2431.279
Jul	2015	1747.433	2137.396	2614.384
Aug	2015	1768.334	2163.275	2646.422
Sep	2015	1624.477	1987.815	2432.420
Oct	2015	1803.906	2208.099	2702.859
Nov	2015	1702.621	2084.112	2551.081
Dec	2015	1660.408	2032.799	2488.708

Model amb atípics:

$X_t \sim \text{ARMA}(4,2)$ amb constant

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^6 \omega_i I_i(t)$$

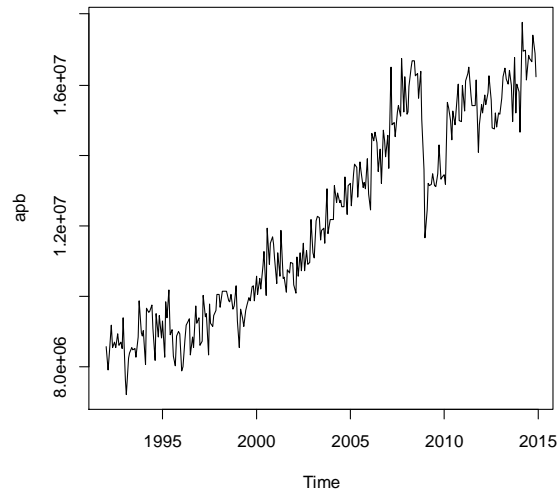
$$W_{lin_t} = \log X_{lin_t} - 7.6526$$

$$\begin{aligned} (1 + 1.0873B + 0.2733B^2 - 0.7953B^3 - 0.3429B^4)W_t = \\ = (1 + 1.4013B + 0.9999B^2)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.007602) \end{aligned}$$

3.11. Port d'Anvers: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.

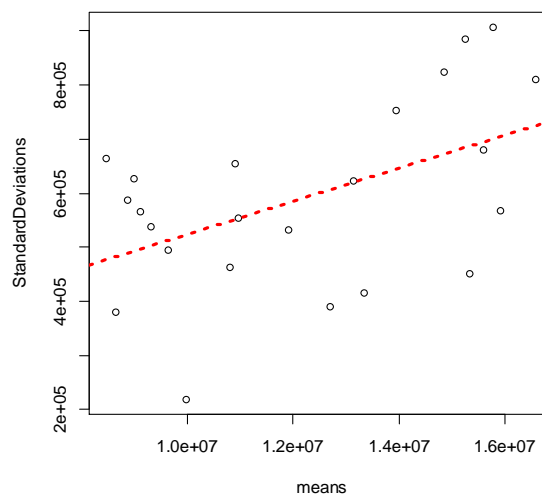
Lectura i gràfica de les dades:

```
apb=ts(read.table("Anvers2015.txt")[,1]/1000,start=1992,freq=12)
plot(apb)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apb)%/%12*12
m=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,mean)
s=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,sd)
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)
summary(lm(s~m))
```



```

Call:
lm(formula = s ~ m)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-304294  -93990    2201   105356   205634

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 2.185e+05  1.445e+05   1.512   0.1453
m           3.056e-02  1.158e-02   2.639   0.0153 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 151500 on 21 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2491,    Adjusted R-squared:  0.2133
F-statistic: 6.966 on 1 and 21 DF,  p-value: 0.01534

```

p-valor<0.05 pendent significativa var. no ct. Heterocedasticitat

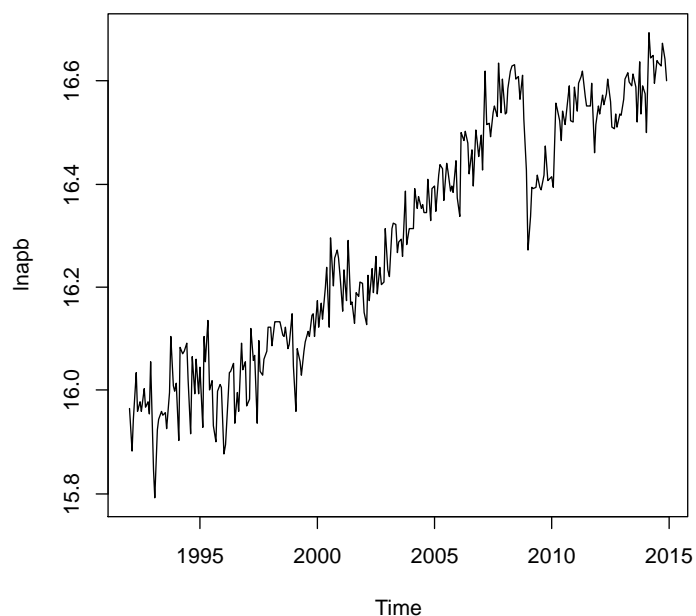
Com el p-valor és inferior a 0.05, la pendent de la recta és significativa, per tant, la variància no és constant, significant aquest fet existència d'heterocedasticitat.

Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat: (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

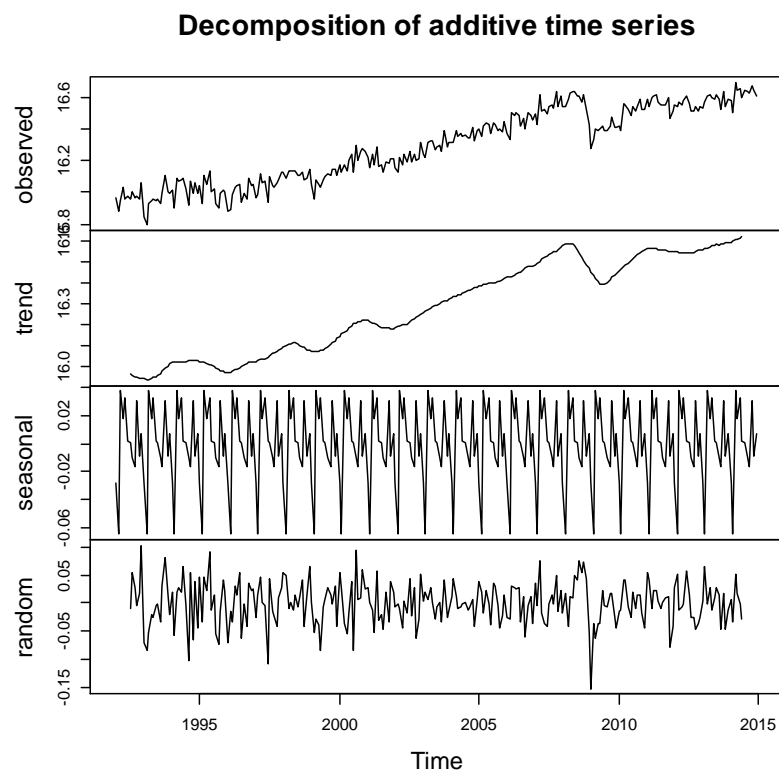
```

lnapb=log(apb)
plot(lnapb)

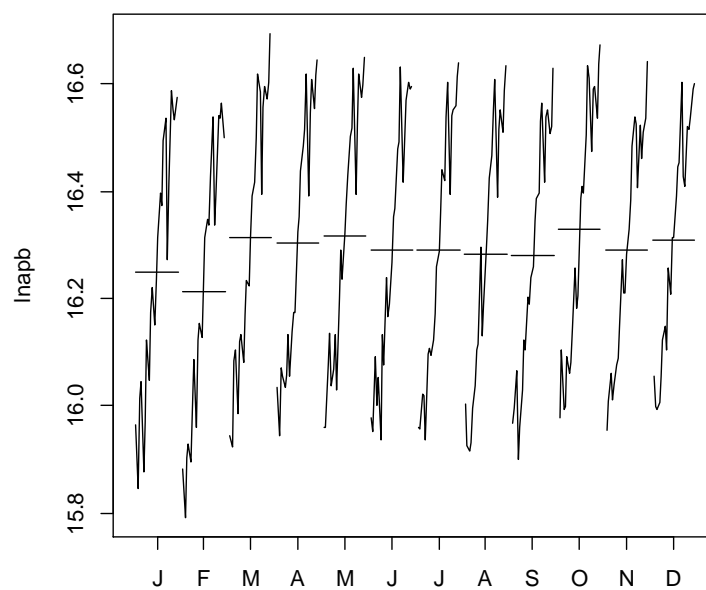
```



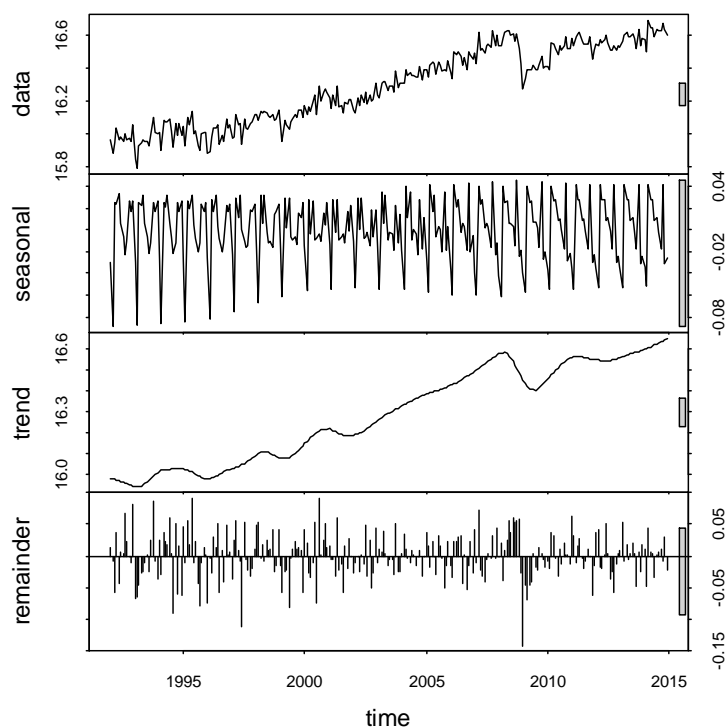

```
plot(decompose(lnapb))
```



```
monthplot(lnapb)
```

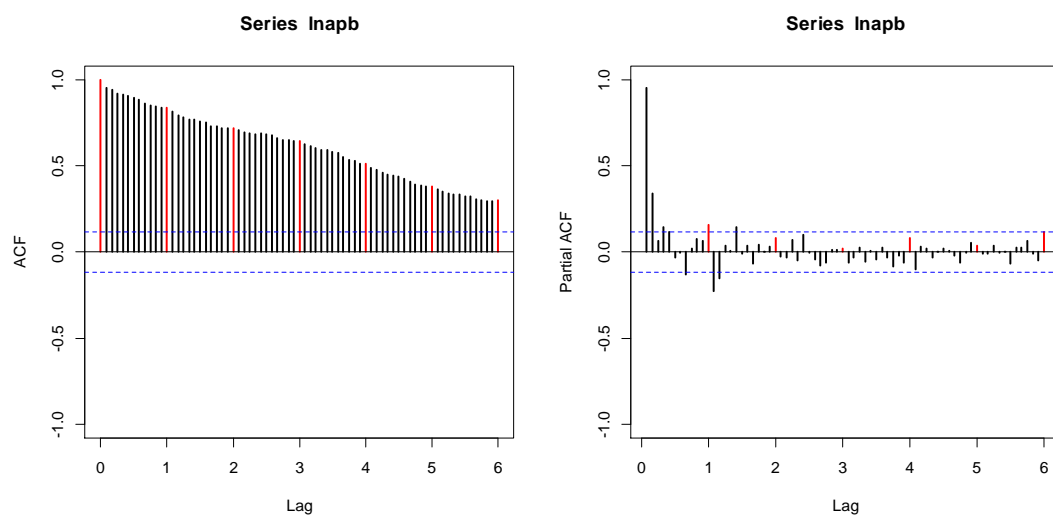


```
plot(stl(lnapb,s.window=12))
```



Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

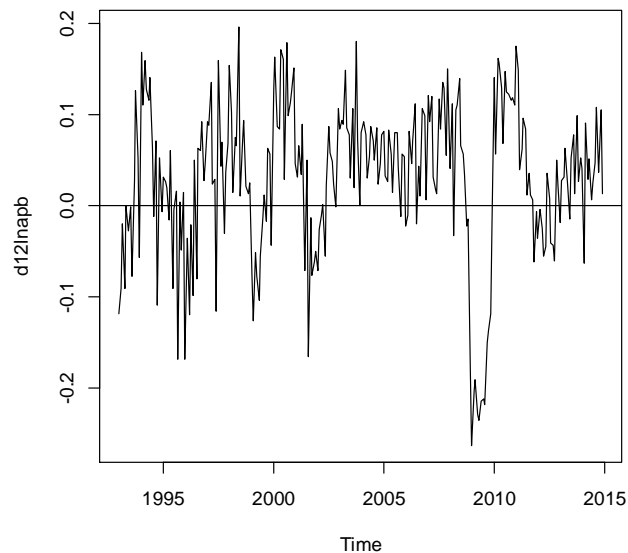
```
acf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



La forma d'aquesta gràfica demostra l'existència d'estacionalitat encara que sigui molt lleu.

Diferenciació d'ordre 12 per eliminar l'estacionalitat:

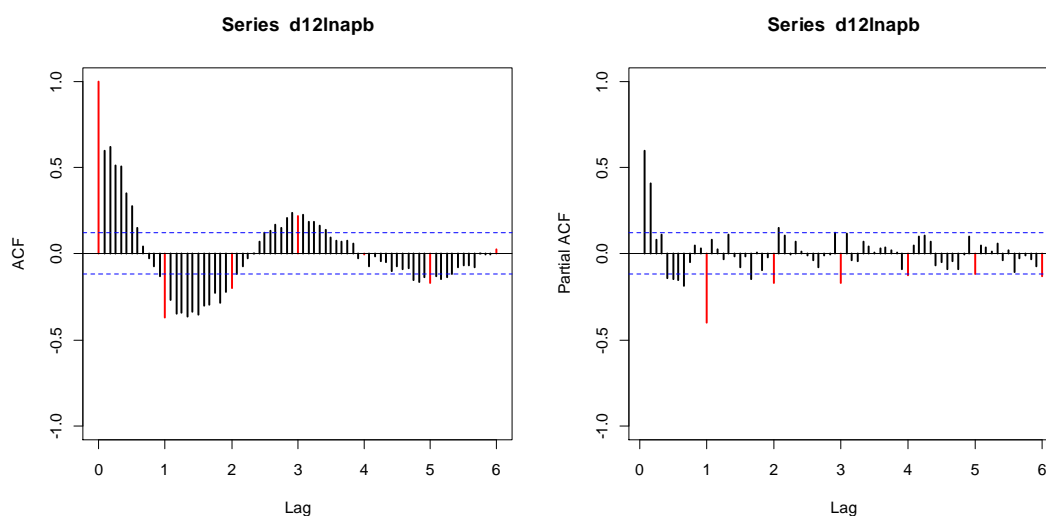
```
d12lnapb=diff(lnapb,12)
plot(d12lnapb)
abline(h=0)
```



De la gràfica es dedueix que una vegada feta la transformació d'ordre 12, la mitjana no es pot considerar nul·la. Concretament, la mitjana que dona R és de 0.02951468. S'elimina l'estacionalitat, però també la tendència lineal.

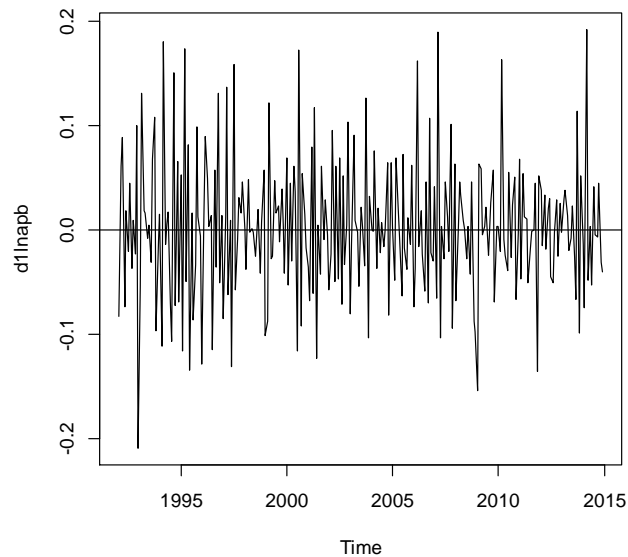
Gràfiques ACF i PACF després de la diferenciació d'ordre 12:

```
acf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diferenciació regular:

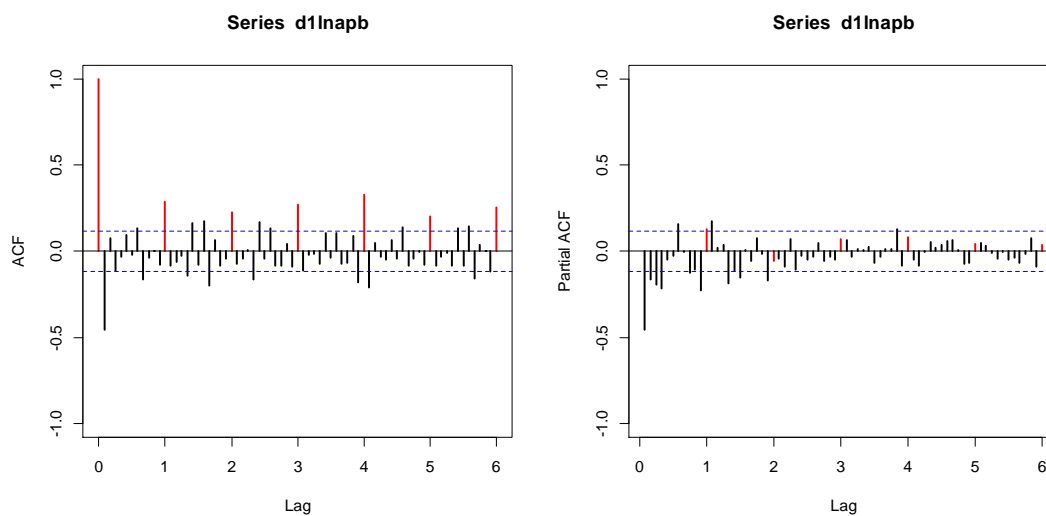
```
d1lnapb=diff(lnapb)
plot(d1lnapb)
abline(h=0)
```



La mitjana que dona R per la diferenciació regular és de 0.002313965.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

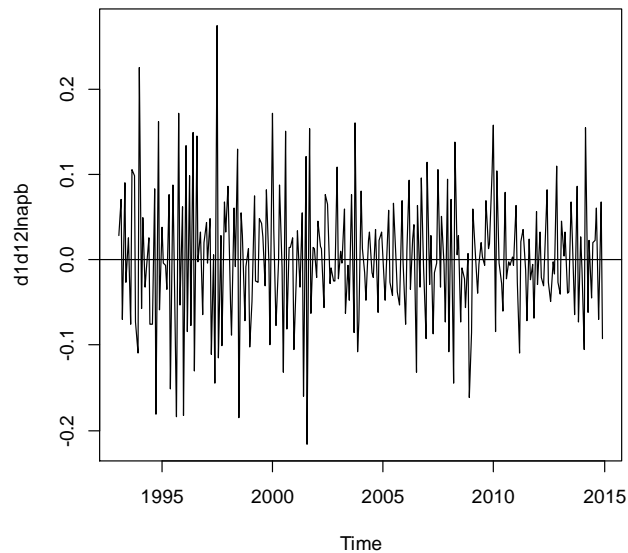
```
acf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Veient aquesta gràfica, es confirma l'estacionalitat i la necessitat d'una diferenciació d'ordre 12.

Diferenciació regular després de la diferenciació d'ordre 12:

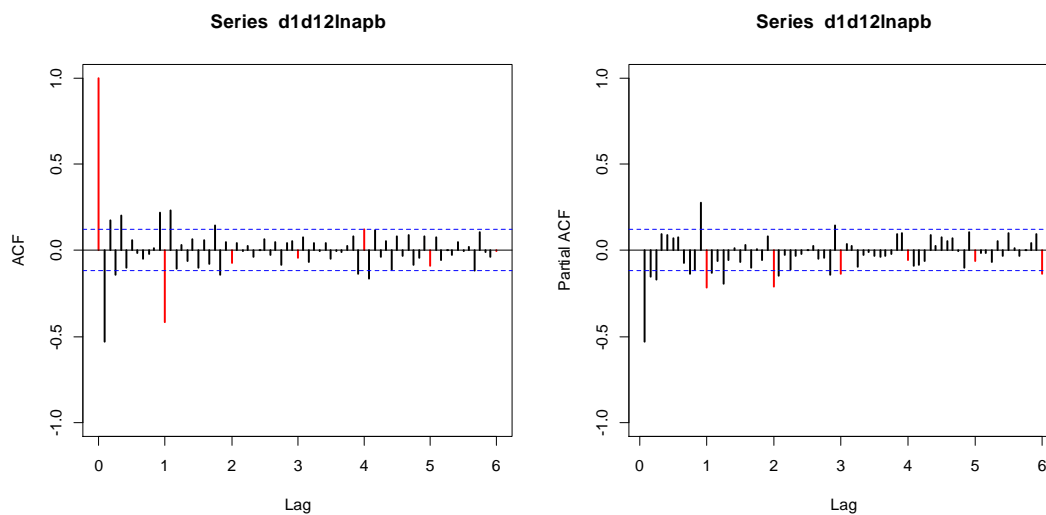
```
d1d12lnapb=diff(d12lnapb)
plot(d1d12lnapb)
abline(h=0)
```



En aquesta gràfica es podria considerar que la mitjana queda situada al voltant de 0. Concretament, la mitjana que dona R és de 0.0004990246. S'ha de comprovar quina ha estat l'evolució de les variàncies per veure si s'ha produït una sobrediferenciació.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació estacional i regular:

```
acf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Càlcul de variàncies:

<pre>var(lnapb) var(d12lnapb) var(d1lnapb) var(d1d12lnapb) var(diff(d1d12lnapb))</pre>
--

```
var(lnapb)
0.05427536
var(d1lnapb)
0.004235765
var(d12lnapb)
0.007293108
var(d1d12lnapb)
0.005767682
var(diff(d1d12lnapb))
0.01769089
```

En la darrera diferenciació, la variància ha augmentat de forma apreciable, per tant, es podria considerar que s'ha produït una sobrediferenciació.

Es treballarà amb la diferenciació estacional d'ordre 12 i amb la diferenciació regular en base al que s'observa a les gràfiques acf i pacf de la diferenciació regular i a les variàncies. És evident que es treballaran models sense constant.

En base a les variàncies es podria agafar com alternativa obviar l'estacionalitat, que s'ha comentat que es podria considerar lleu i treballar exclusivament amb diferenciació regular. Aquest fet es veurà més clarament durant el desenvolupament de l'anàlisi del model observant els valors obtinguts pels paràmetres de la parta estacional.

Possibles models:

Part estacional: MA(1), AR(7)

Part regular: MA(1), AR(3)

Model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = lnapb, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1,
1), period = 12))

Coefficients:
          ma1          sma1
      -0.5503   -0.9124
s.e.    0.0492    0.0497

sigma^2 estimated as 0.00227:  log likelihood = 416.57,  aic = -827.14
```

Model ARIMA(3,1,0)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = lnapb, order = c(3, 1, 0), seasonal = list(order = c(0, 1,
1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ar2          ar3          sma1
      -0.5793   -0.2455   -0.1911   -0.8940
s.e.    0.0611    0.0689    0.0610    0.0473

sigma^2 estimated as 0.002234:  log likelihood = 419.69,  aic = -829.37
```

Model ARIMA(0,1,1)(7,1,0)₁₂

```
Call:
arima(x = lnapb, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(7, 1,
0), period = 12))

Coefficients:
          ma1          sar1          sar2          sar3          sar4          sar5          sar6          sar7
      -0.5595   -0.9039   -0.8741   -0.7313   -0.6121   -0.5902   -0.4146   -0.2048
s.e.    0.0506    0.0638    0.0837    0.0985    0.1029    0.1018    0.0929    0.0763

sigma^2 estimated as 0.002185:  log likelihood = 421.5,  aic = -825.00
```

S'han d'escollir dos models d'acord amb la metodologia que es segueix, per tant, s'agafen aquests dos models en funció dels valors d'aic, essent els models de valor més petit els següents:

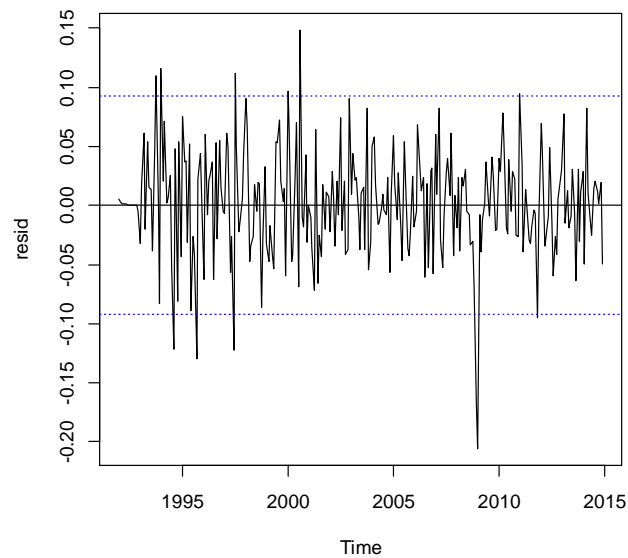
Primer aic més petit: -829,37 – Model ARIMA(3,1,0)(0,1,1)₁₂

Segon aic més petit: -827,14 – Model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂

Validació del primer model:

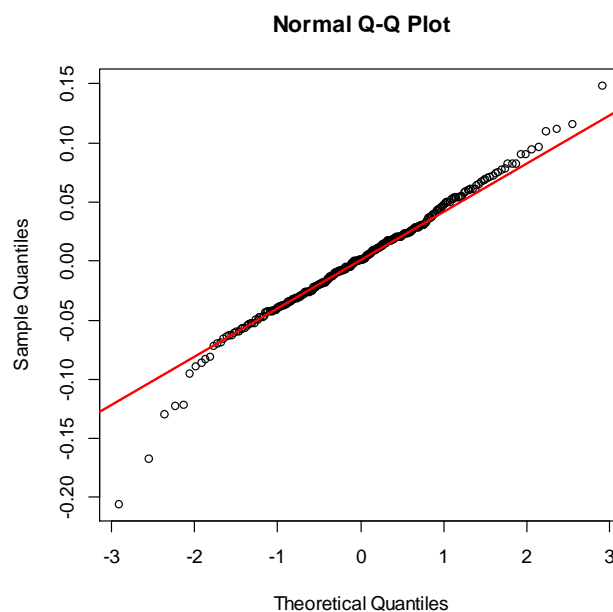
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



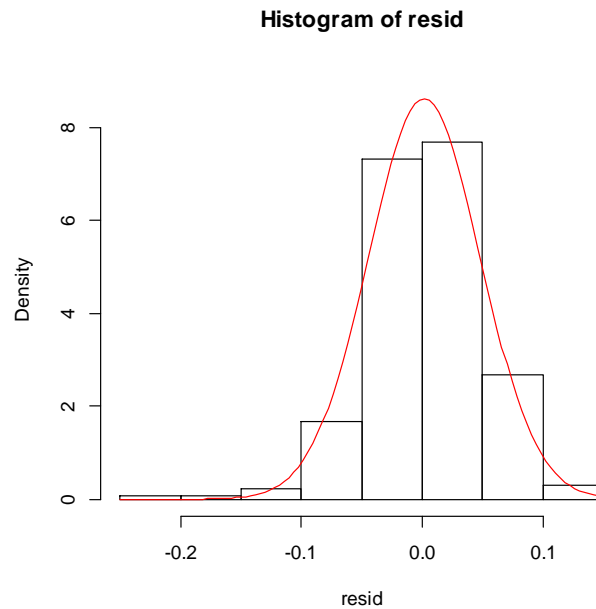
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



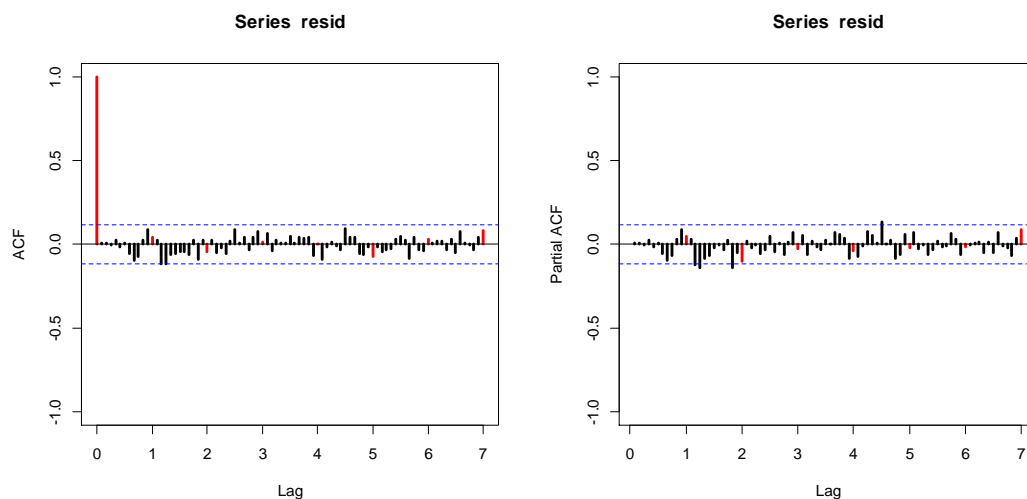
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,9),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



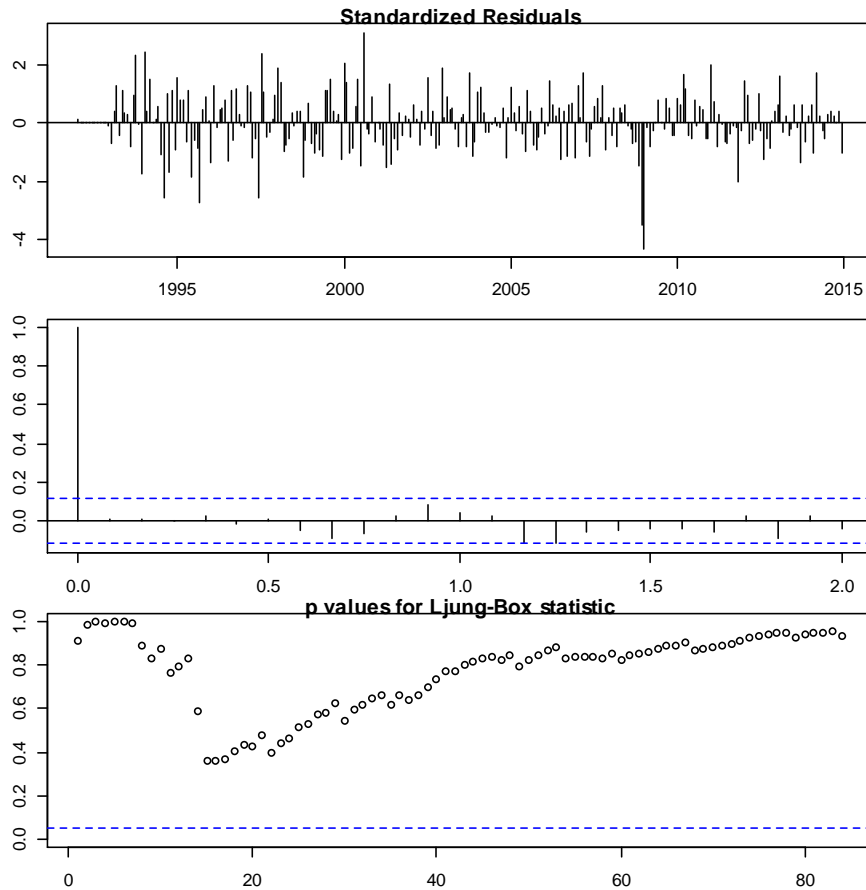
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5
-5.793275e-01	9.010372e-02	-1.010432e-01	1.471119e-01	-7.763506e-02
psi 6	psi 7	psi 8	psi 9	psi 10
2.816484e-02	-2.536584e-02	2.261455e-02	-1.225518e-02	6.394373e-03
psi 11	psi 12	psi 13	psi 14	psi 15
-5.016732e-03	-8.903379e-01	5.158070e-01	-7.926988e-02	8.940811e-02
psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20
-1.308939e-01	6.902602e-02	-2.493597e-02	2.251003e-02	-2.010785e-02
psi 21	psi 22	psi 23	psi 24	psi 25
1.088716e-02	-5.671595e-03	4.454902e-03	-3.268674e-03	1.883598e-03
psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-1.139941e-03	8.225164e-04	-5.565464e-04	3.382989e-04	-2.165094e-04
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
1.487157e-04	-9.763995e-05	6.142354e-05	-4.002843e-05	2.676593e-05
psi 36				
-1.741529e-05				

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6	pi 7
-0.5793275	-0.2455166	-0.1910781	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12	pi 13	pi 14
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.8940160	-0.5179280	-0.2194958
pi 15	pi 16	pi 17	pi 18	pi 19	pi 20	pi 21
-0.1708269	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
pi 22	pi 23	pi 24	pi 25	pi 26	pi 27	pi 28
0.0000000	0.0000000	-0.7992645	-0.4630359	-0.1962327	-0.1527220	0.0000000
pi 29	pi 30	pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
pi 36						
-0.7145553						

Estacionarietat i invertibilitat:

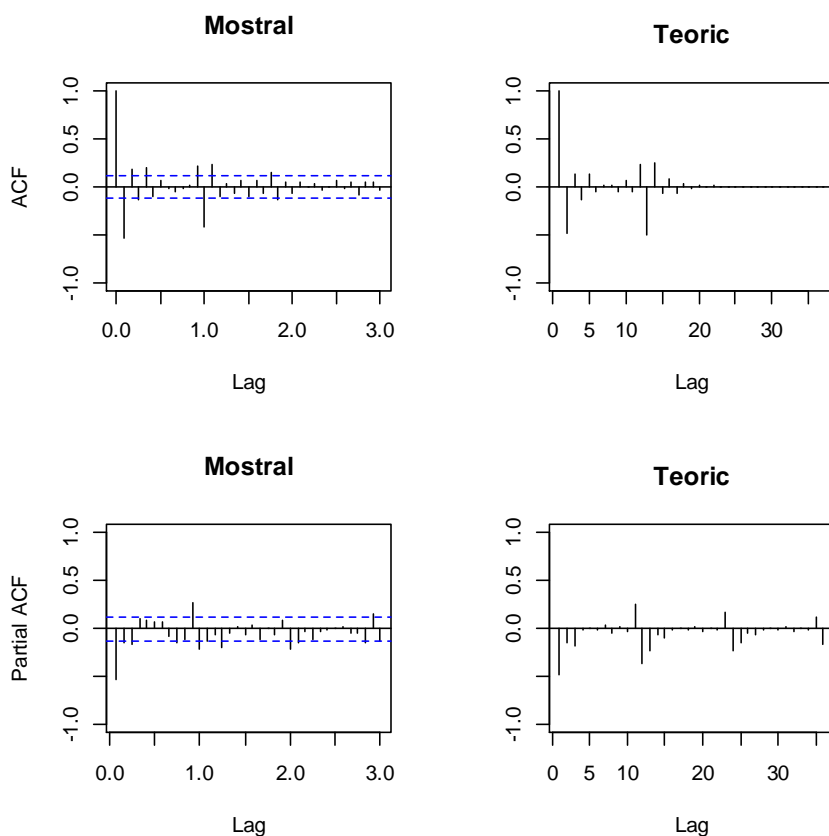
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.847418 1.533411 1.847418
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.00938 1.00938 1.00938 1.00938 1.00938 1.00938 1.00938 1.00938 1.00938  
[10] 1.00938 1.00938 1.00938
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(20013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
d1d12lnapb2=diff(d12lnapb2)
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapb,order=c(3,1,0),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod

mod2=arima(lnapb2,order=c(3,1,0),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnapb, order = c(3, 1, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      sm1
-0.5793 -0.2455 -0.1911 -0.8940
s.e.    0.0611  0.0689  0.0610  0.0473
```

```
sigma^2 estimated as 0.002234: log likelihood = 419.69, aic = -829.37
```

```

Call:
arima(x = lnaphb2, order = c(3, 1, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ar2          ar3          smal
      -0.5737   -0.2396   -0.1941   -0.8837
s.e.    0.0623    0.0703    0.0626    0.0500

sigma^2 estimated as 0.002292:  log likelihood = 397.39, aic = -784.79

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnaphb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(2013,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

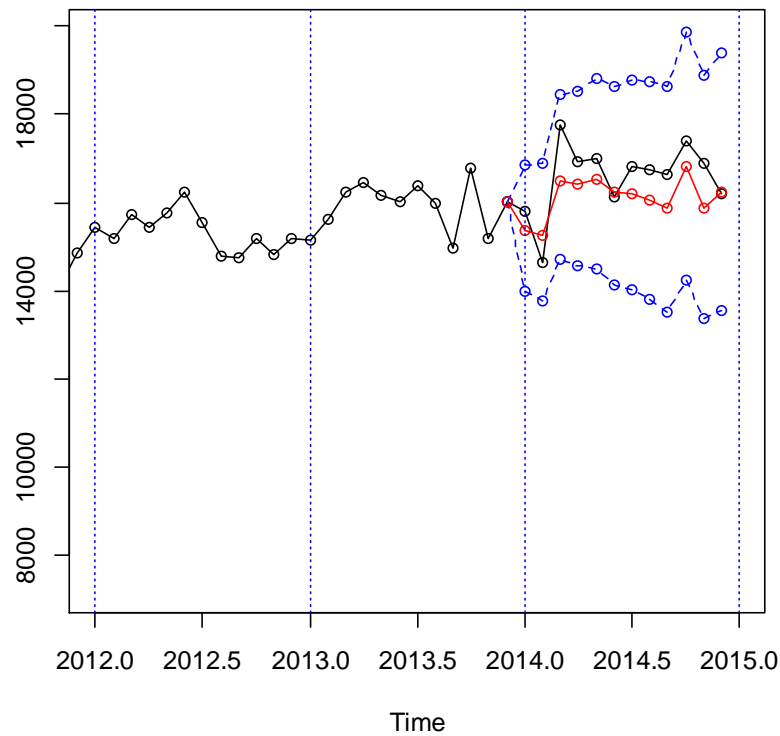
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2007,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apb	err
Jan	2014	13984.94	15361.56	16873.70	15794.49	2.74099696
Feb	2014	13775.96	15256.22	16895.54	14658.42	-4.07818941
Mar	2014	14720.81	16481.37	18452.50	17766.53	7.23357104
Apr	2014	14588.29	16436.42	18518.68	16940.10	2.97329723
May	2014	14498.48	16516.91	18816.33	16999.66	2.83978169
Jun	2014	14145.16	16237.39	18639.07	16131.64	-0.65551222
Jul	2014	14015.29	16219.08	18769.41	16823.67	3.59364526
Aug	2014	13792.49	16071.45	18726.95	16747.96	4.03937433
Sep	2014	13527.89	15877.66	18635.57	16646.38	4.61794948
Oct	2014	14228.48	16810.25	19860.49	17407.06	3.42854443
Nov	2014	13359.41	15886.61	18891.88	16883.92	5.90686629
Dec	2014	13557.54	16221.49	19408.89	16214.64	-0.04228686

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.01910079
> mod.EAM<- sum(abs(obs-prev)/obs)
> mod.EAM
[1] 0.4215002

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

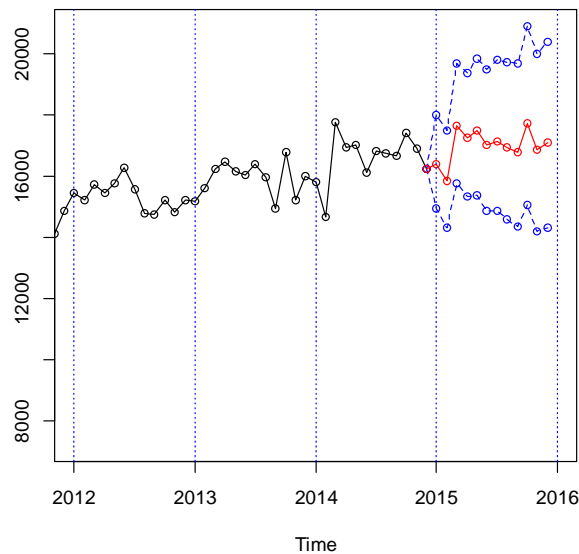
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```

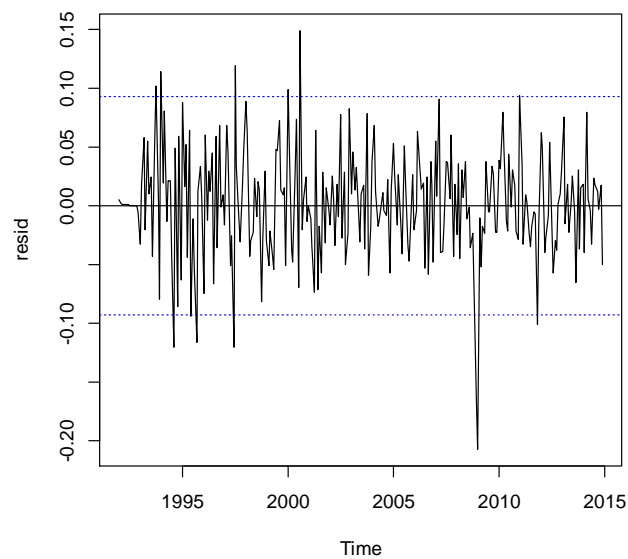


		tl	pr	tu
Jan	2015	14944.66	16396.34	17989.02
Feb	2015	14314.37	15828.86	17503.59
Mar	2015	15771.93	17626.26	19698.61
Apr	2015	15324.13	17234.21	19382.36
May	2015	15364.99	17468.50	19859.98
Jun	2015	14861.52	17022.81	19498.41
Jul	2015	14844.64	17138.59	19787.01
Aug	2015	14587.48	16956.36	19709.92
Sep	2015	14350.16	16799.40	19666.66
Oct	2015	15049.31	17732.34	20893.70
Nov	2015	14207.91	16848.25	19979.24
Dec	2015	14315.83	17079.01	20375.53

Validació del segon model:

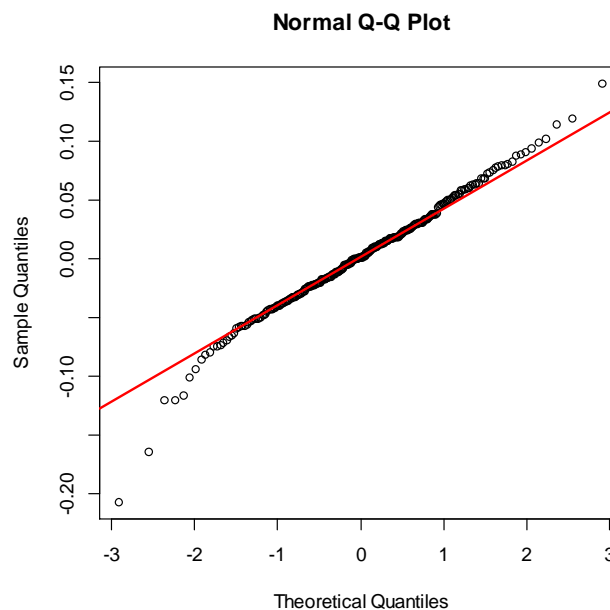
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



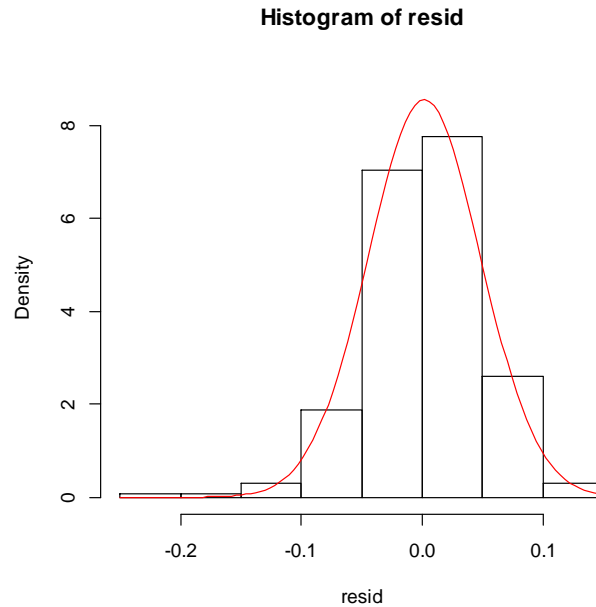
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



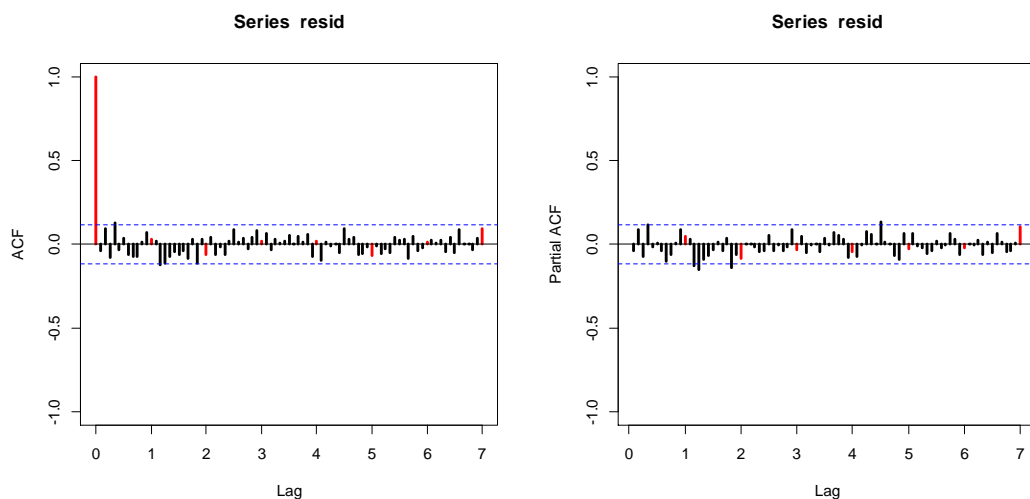
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,9),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



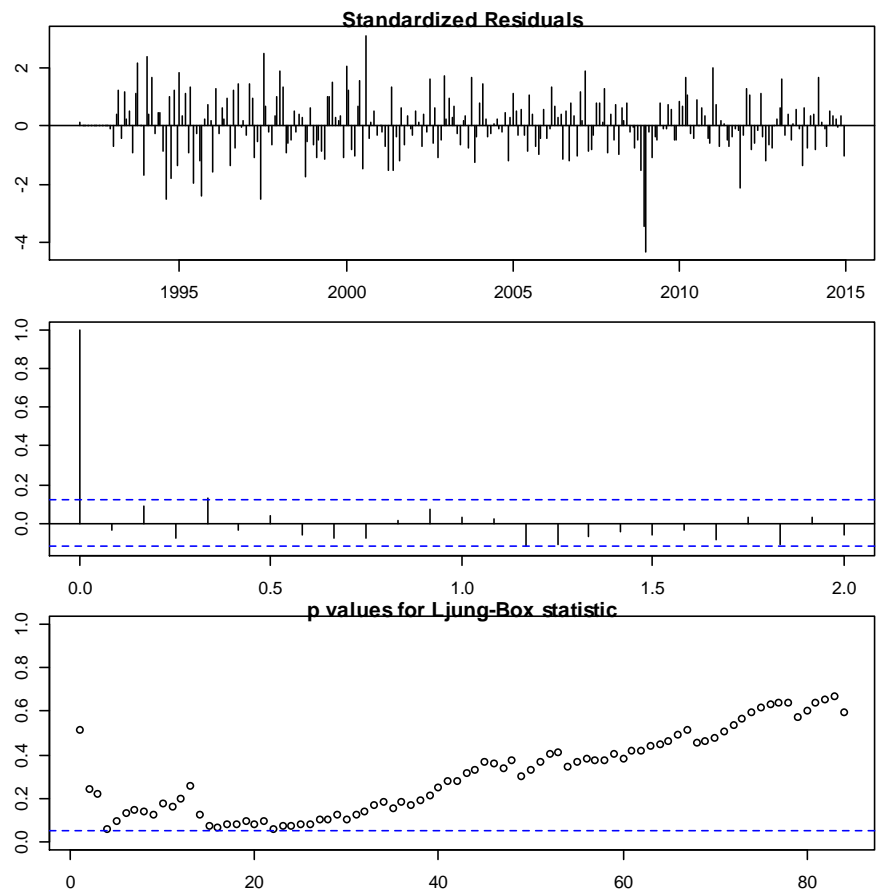
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6	psi 7
-0.5502500	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12	psi 13	psi 14
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.9123641	0.5020283	0.0000000
psi 15	psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20	psi 21
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 22	psi 23	psi 24	psi 25	psi 26	psi 27	psi 28
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 29	psi 30	psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 36						
0.0000000						

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
-0.550249960	-0.302775019	-0.166601942	-0.091672712	-0.050442906	-0.027756207
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
-0.015272852	-0.008403886	-0.004624238	-0.002544487	-0.001400104	-0.913134535
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
-0.502452241	-0.276474326	-0.152129987	-0.083709519	-0.046061160	-0.025345151
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
-0.013946168	-0.007673879	-0.004222551	-0.002323459	-0.001278483	-0.833111786
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
-0.458419727	-0.252245437	-0.138798041	-0.076373617	-0.042024580	-0.023124023
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
-0.012723993	-0.007001377	-0.003852507	-0.002119842	-0.001166443	-0.760101309

Estacionarietat i invertibilitat:

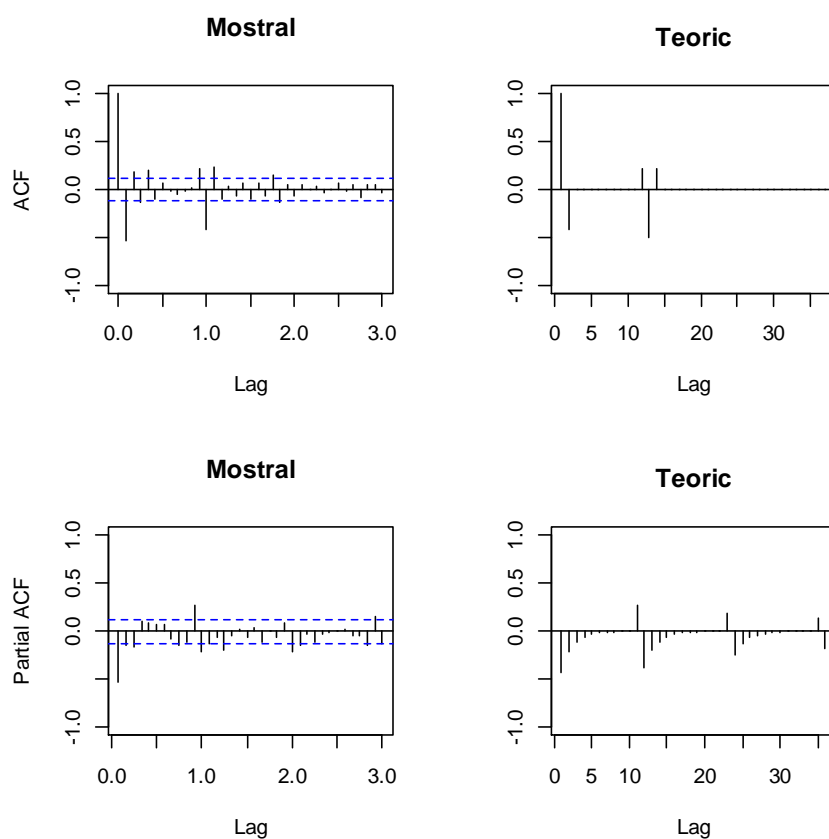
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
numeric(0)
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.007672 1.007672 1.007672 1.007672 1.007672 1.007672 1.007672 1.007672  
[9] 1.007672 1.007672 1.007672 1.007672 1.817356
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2013,12))
d1d12lnapb2=diff(d12lnapb2)
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapb,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod

mod2=arima(lnapb2,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnapb, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
      mal      smal
-0.5502  -0.9124
s.e.    0.0492   0.0497
```

```
sigma^2 estimated as 0.00227:  log likelihood = 416.56,  aic = -827.12
```

```

Call:
arima(x = lnspb2, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))

Coefficients:
          mal          smal
      -0.5445   -0.8983
s.e.    0.0504    0.0507

sigma^2 estimated as 0.00234:  log likelihood = 394.09,  aic = -782.18

```

Capacitat de previsió:

```

predl=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-
window(diffinv(predl$pred,12,xi=window(lnspb2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(2013,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

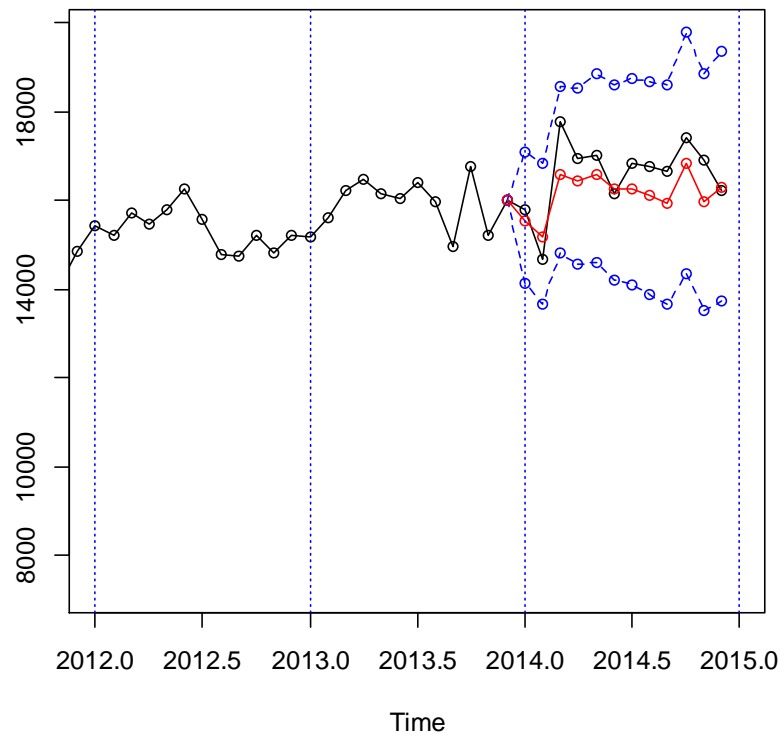
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



		tl	pr	tu	apb	err
Jan	2014	14114.90	15520.14	17065.27	15794.49	1.7370325
Feb	2014	13673.74	15176.73	16844.93	14658.42	-3.5359112
Mar	2014	14811.48	16581.57	18563.19	17766.53	6.6696354
Apr	2014	14554.23	16424.31	18534.68	16940.10	3.0447585
May	2014	14587.35	16585.54	18857.43	16999.66	2.4360716
Jun	2014	14189.33	16247.64	18604.53	16131.64	-0.7190901
Jul	2014	14101.20	16255.74	18739.48	16823.67	3.3757428
Aug	2014	13875.75	16098.94	18678.34	16747.96	3.8751940
Sep	2014	13650.35	15935.26	18602.64	16646.38	4.2718876
Oct	2014	14342.13	16842.28	19778.27	17407.06	3.2445141
Nov	2014	13524.02	15972.53	18864.34	16883.92	5.3979839
Dec	2014	13721.99	16296.09	19353.06	16214.64	-0.5023432

```

mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
[1] 0.01603053
mod.EAM<- sum(abs(obs-prev)/obs)
mod.EAM
[1] 0.3881016

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

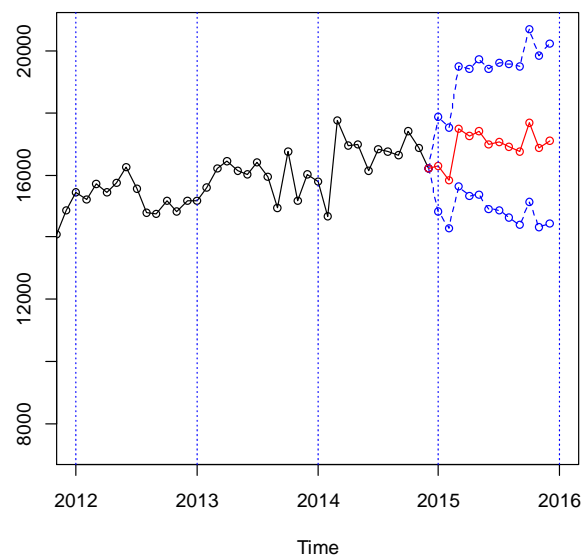
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2016),type="o")
abline(v=2012+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	14836.97	16291.53	17888.68
Feb	2015	14281.21	15823.38	17532.08
Mar	2015	15647.19	17481.16	19530.08
Apr	2015	15322.47	17250.88	19421.98
May	2015	15364.10	17423.41	19758.74
Jun	2015	14893.44	17005.66	19417.45
Jul	2015	14857.37	17075.23	19624.18
Aug	2015	14636.86	16926.72	19574.81
Sep	2015	14422.99	16779.12	19520.14
Oct	2015	15124.62	17696.57	20705.89
Nov	2015	14334.36	16864.99	19842.39
Dec	2015	14462.21	17106.71	20234.77

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el segon model:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(3,1,0)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)(1 - B^{12})\log X_t$$

$$(1 + 0.5793B + 0.2455B^2 + 0.1911B^3)W_t = (1 - 0.8940B^{12})Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.02234)$$

Estudi del primer model considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(mod,dif=c(1,12),crit=2.5,LS=T)
mod.atip$atip[,1]=mod.atip$atip[,1]+12
#S'estima el model per a la sèrie diferenciada d'ordre 12 i regular.

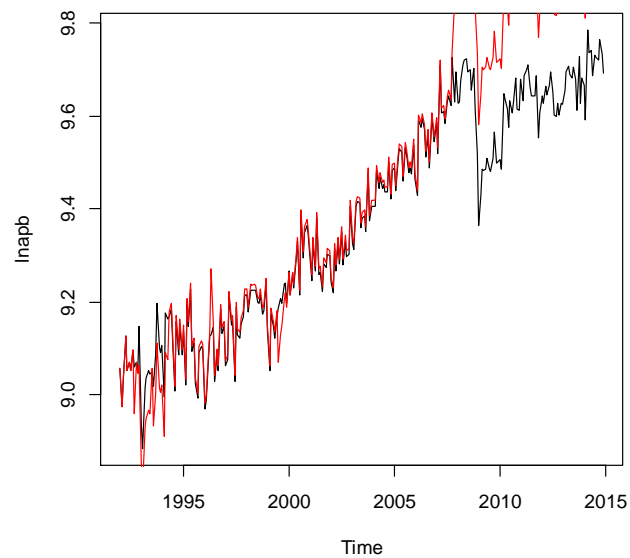
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],1994+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
4	9	AO	0.10202010	2.875157	Sep 1992	110.74057
7	12	LS	0.08601330	2.627358	Dic 1992	108.98208
6	19	AO	-0.09398962	2.728516	Jul 1993	91.02922
5	29	LS	-0.09753225	2.899893	May 1994	90.70731
2	53	AO	-0.12910834	3.501174	May 1996	87.88787
3	91	TC	0.12758694	3.492907	Jul 1999	113.60836
1	191	LS	-0.20609553	5.635356	Nov 2007	81.37553

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.001620516
```

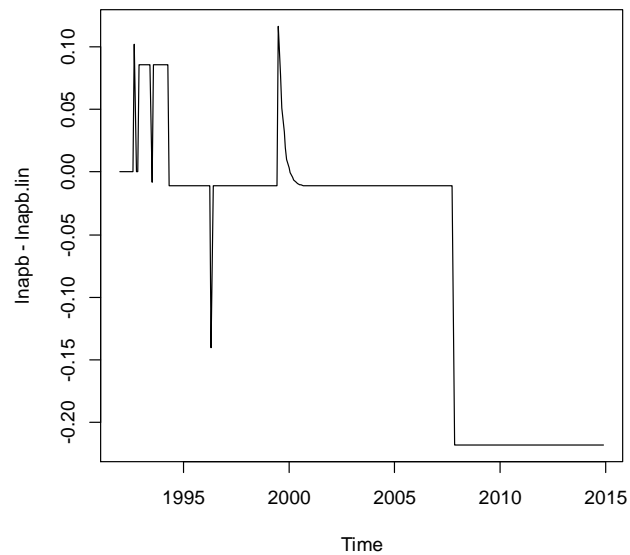

Linealització de la sèrie després d'aplicar logaritme:

```
lnapb.lin=lineal(lnapb,mod.atip$atip)  
plot(lnapb)  
lines(lnapb.lin,col=2)
```



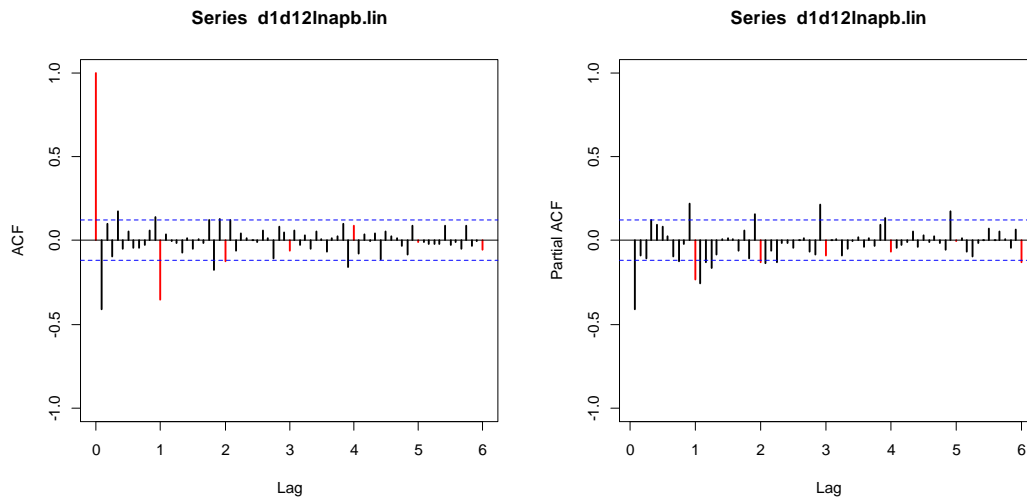
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapb-lnapb.lin)
```



Diferenciació estacional i regular i gràfica ACF i PACF després de la diferenciació:

```
d12lnapb.lin=diff(lnapb.lin,12)
d1d12lnapb.lin=diff(d12lnapb.lin)
acf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Model ARIMA:

```
mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(3,1,0),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod.lin
```

Call:

```
arima(x = lnapb.lin, order = c(3, 1, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

Coefficients:

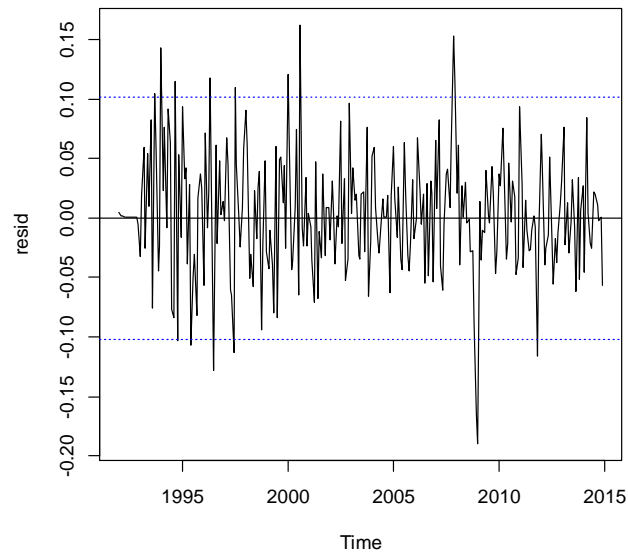
	ar1	ar2	ar3	smal
	-0.4833	-0.1842	-0.1503	-0.9257
s.e.	0.0618	0.0671	0.0617	0.0594

sigma^2 estimated as 0.002723: log likelihood = 391.84, aic = -773.68

Validació:

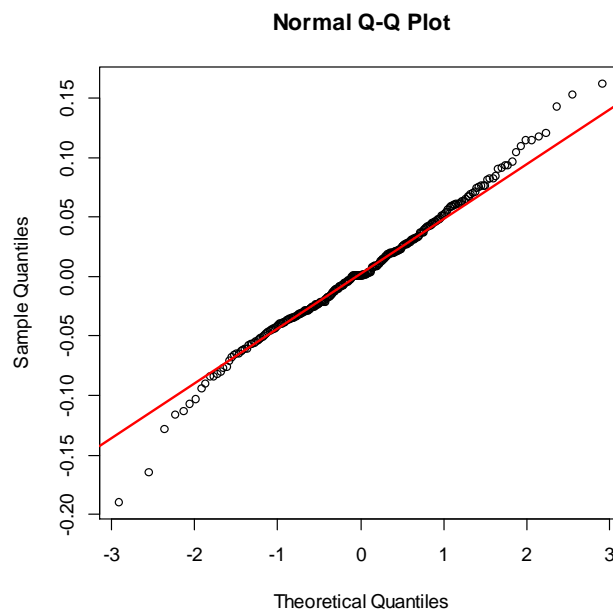
Gràfica del residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



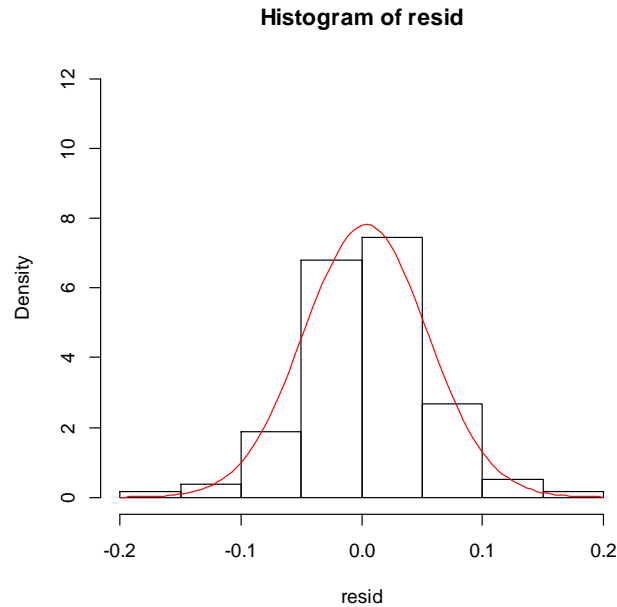
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



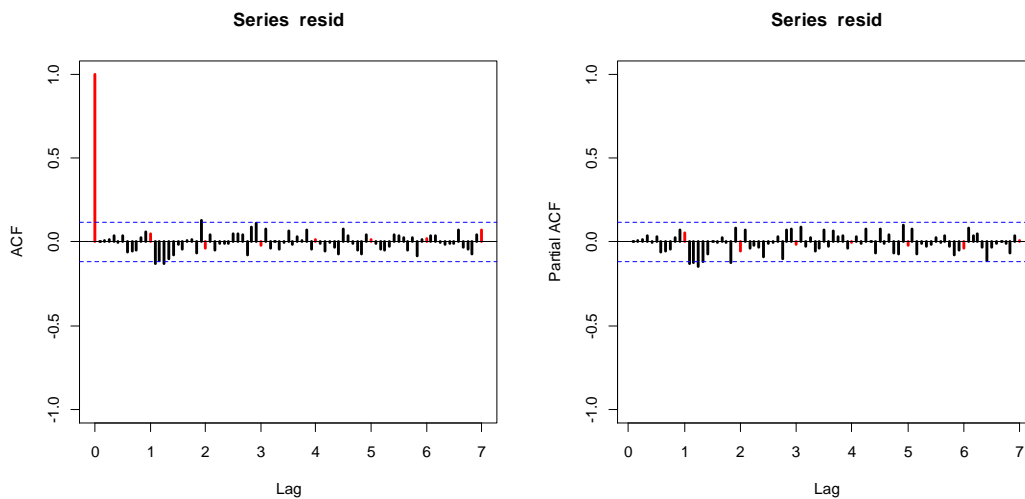
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,12),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



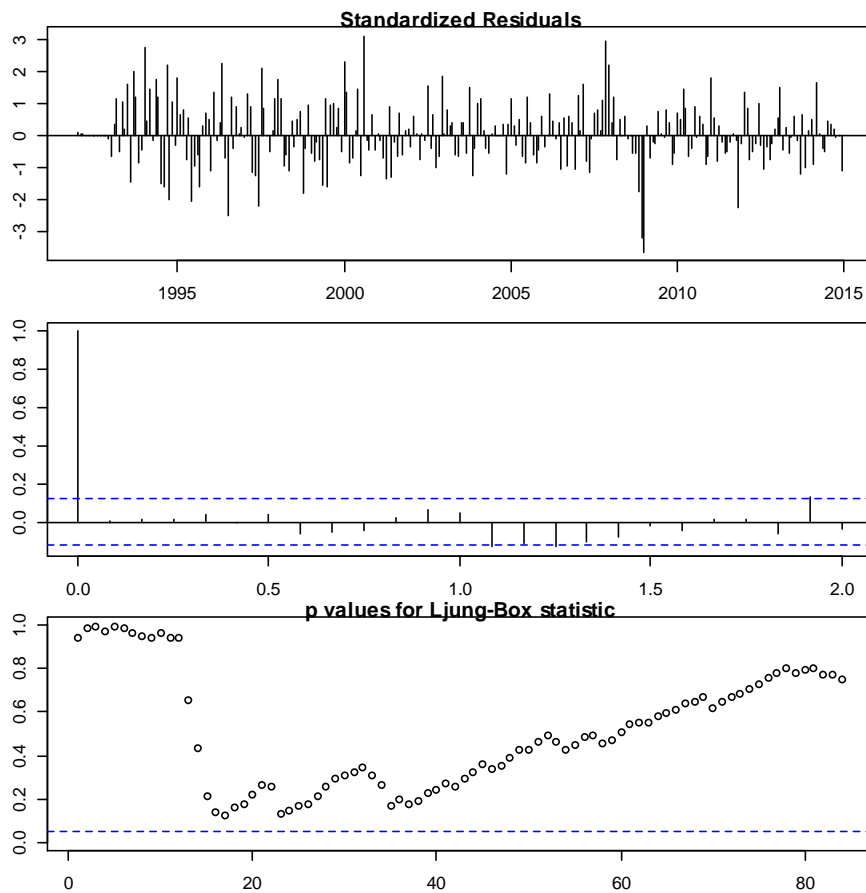
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5
-4.833284e-01	4.939317e-02	-8.514212e-02	1.046992e-01	-4.234380e-02
psi 6	psi 7	psi 8	psi 9	psi 10
1.397623e-02	-1.469158e-02	1.089071e-02	-4.658099e-03	2.453389e-03
psi 11	psi 12	psi 13	psi 14	psi 15
-1.964632e-03	-9.245414e-01	4.468503e-01	-4.536743e-02	7.857435e-02
psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20
-9.678354e-02	3.912273e-02	-1.289040e-02	1.357037e-02	-1.006469e-02
psi 21	psi 22	psi 23	psi 24	psi 25
4.302193e-03	-2.265012e-03	1.814991e-03	-1.106631e-03	5.409621e-04
psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
-3.304077e-04	2.263746e-04	-1.298569e-04	7.072408e-05	-4.428673e-05
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
2.789480e-05	-1.595429e-05	9.229068e-06	-5.714393e-06	3.459814e-06
psi 36				
-2.006730e-06				

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6	pi 7
-0.4833284	-0.1842132	-0.1503045	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12	pi 13	pi 14
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.9257391	-0.4474360	-0.1705334
pi 15	pi 16	pi 17	pi 18	pi 19	pi 20	pi 21
-0.1391427	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
pi 22	pi 23	pi 24	pi 25	pi 26	pi 27	pi 28
0.0000000	0.0000000	-0.8569929	-0.4142090	-0.1578694	-0.1288099	0.0000000
pi 29	pi 30	pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
pi 36						
-0.7933518						

Estacionarietat i invertibilitat:

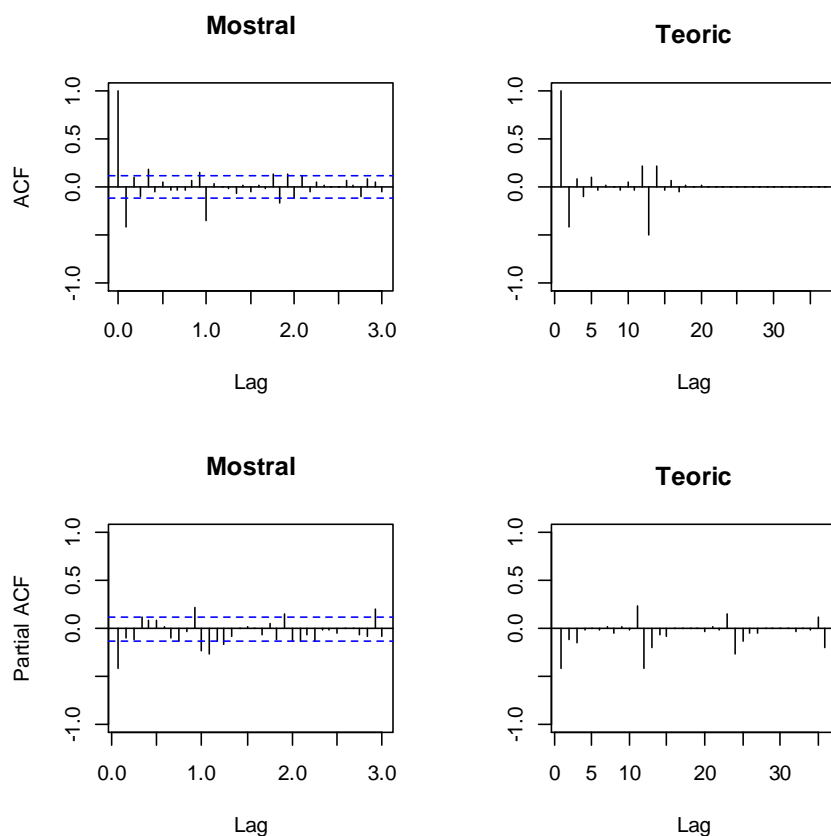
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.992517 1.675807 1.992517
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.006451 1.006451 1.006451 1.006451 1.006451 1.006451 1.006451 1.006451  
[9] 1.006451 1.006451 1.006451 1.006451
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
lnapb2.lin=window(lnapb.lin,end=c(2013,12))
d12lnapb2.lin=window(d12lnapb.lin,end=c(2013,12))
d1d12lnapb2.lin=diff(d12lnapb2.lin
```

Estabilitat:

```
mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(3,1,0),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod.lin

mod2.lin=arima(lnapb2.lin,order=c(3,1,0),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2.lin
```

```
Call:
arima(x = lnapb.lin, order = c(3, 1, 0), seasonal = list(order = c(0,
1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      smal
-0.4833 -0.1842 -0.1503 -0.9257
s.e.    0.0618  0.0671  0.0617  0.0594
```

```
sigma^2 estimated as 0.002723: log likelihood = 391.84, aic = -773.68
```

```

Call:
arima(x = lnabp2.lin, order = c(3, 1, 0), seasonal = list(order = c(0,
1, 1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ar2          ar3          smal
      -0.4796   -0.1796   -0.1536   -0.9181
s.e.    0.0628    0.0685    0.0634    0.0615

sigma^2 estimated as 0.002803:  log likelihood = 370.32, aic = -730.65

```

Capacitat de previsió:

```

predl=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

wLS=sum(mod.atip$atip[(mod.atip$atip$type_detected=="LS") &
mod.atip$atip$Obs<=length(lnabp2),3])
pr<-
window(diffinv(predl$pred,12,xi=window(lnabp2,start=c(2013,1),end=c(2013,12))),start=c(20
13,12))

model<-mod2$model
varZ<-mod2$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

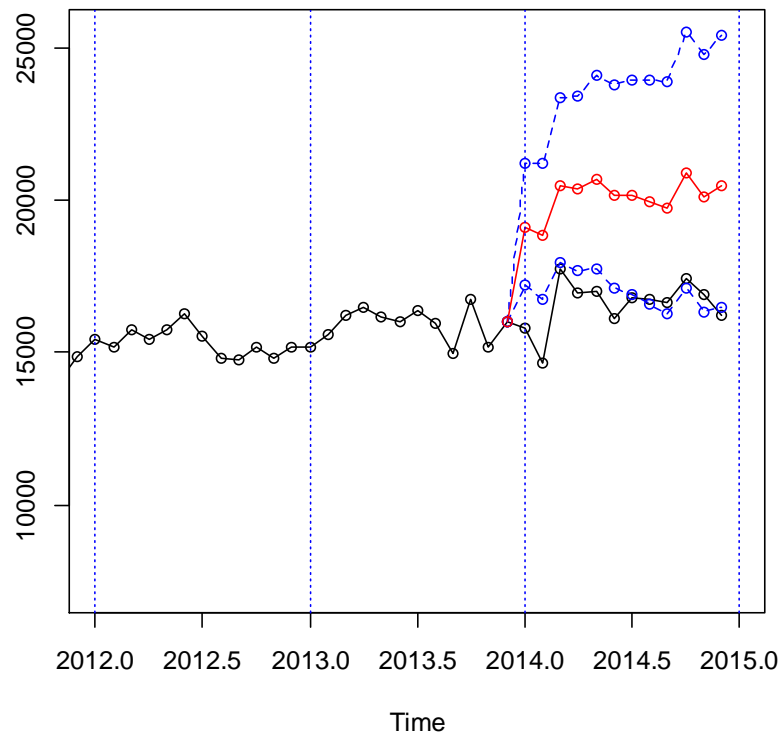
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```

	tl	pr	tu	apb	error
Jan 2014	17225.68	19113.41	21208.01	15794.49	-3318.919
Feb 2014	16757.55	18841.61	21184.86	14658.42	-4183.187
Mar 2014	17952.07	20472.67	23347.17	17766.53	-2706.137
Apr 2014	17691.61	20360.63	23432.32	16940.10	-3420.535
May 2014	17732.48	20668.72	24091.15	16999.66	-3669.059
Jun 2014	17139.39	20180.57	23761.37	16131.64	-4048.928
Jul 2014	16927.82	20132.92	23944.86	16823.67	-3309.250
Aug 2014	16615.29	19939.34	23928.40	16747.96	-3191.380
Sep 2014	16292.61	19727.22	23885.87	16646.38	-3080.840
Oct 2014	17105.19	20885.09	25500.27	17407.06	-3478.027
Nov 2014	16347.38	20122.38	24769.13	16883.92	-3238.462
Dec 2014	16512.58	20483.74	25409.95	16214.64	-4269.106

```

> mod.lin.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.lin.EQM
[1] 0.5544359
> mod.lin.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.lin.EAM
[1] 2.543801

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

wLS=sum(mod.atip$atip[mod.atip$atip$type_detected=="LS"&
mod.atip$atip$Obs<=length(lnapb),3])

wTC=mod.atip$atip[mod.atip$atip$type_detected=="TC"& mod.atip$atip$Obs>length(lnapb)-
12,3]
tTC=length(lnapb)-mod.atip$atip[mod.atip$atip$type_detected=="TC"&
mod.atip$atip$Obs>length(lnapb)-12,1]
pesTC=wTC*c(rep(0,11-tTC),0.7^(0:(tTC+12)))
pr<-window(diffinv(pred1$pred,12,xi=window(lnapb,start=c(2014,1),end=c(2014,12))),
start=c(2014,12))

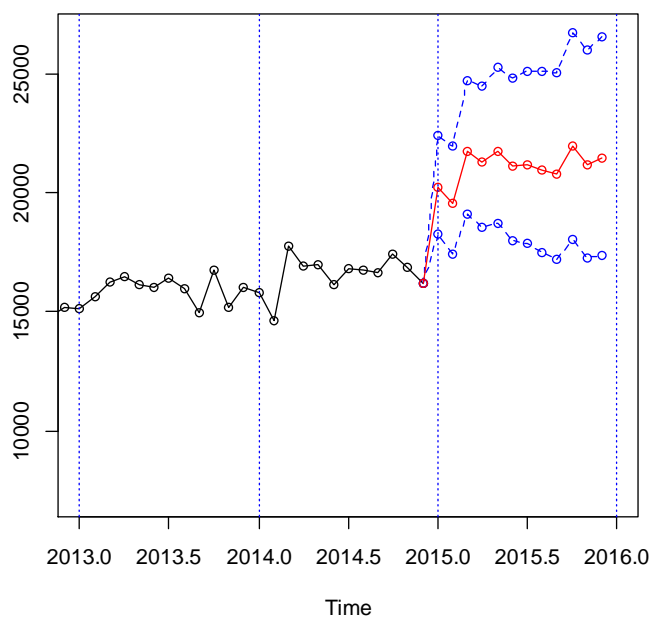
model<-mod$model
varZ<-mod$sigma
ma<-ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=11)
se<-c(0,sqrt((cumsum(c(1,ma))^2)*varZ))

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2008,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	18262.42	20233.99	22418.40
Feb	2015	17418.69	19549.13	21940.13
Mar	2015	19092.26	21724.35	24719.30
Apr	2015	18561.31	21312.96	24472.55
May	2015	18696.66	21737.72	25273.41
Jun	2015	17978.13	21111.48	24790.94
Jul	2015	17852.62	21171.61	25107.62
Aug	2015	17513.32	20953.59	25069.67
Sep	2015	17199.63	20759.28	25055.64
Oct	2015	18029.46	21940.63	26700.26
Nov	2015	17270.61	21185.28	25987.28
Dec	2015	17359.01	21456.47	26521.10

Totes les dades resultants estan expressades en milers de tones.

Primer model amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(3,1,0)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^7 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)(1 - B^{12})\log X_{lin_t}$$

$$(1 + 0.4833B + 0.1842B^2 + 0.1503B^3)W_{lin_t} = (1 - 0.9257B^{12})Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.002723)$$

A la vista dels resultats obtinguts amb dades atípiques, caldria pensar treballar amb el final de la sèrie de gener de 2009 a desembre de 2014.

Considerant les variàncies de les possibles diferenciacions, s'obtindrien els resultats que s'exposen a continuació on ja es pot considerar treballar aquesta vegada només amb la diferenciació regular donada la diferència que s'observa amb la diferenciació estacional o en la consideració d'ambdues al mateix temps, que és la que s'ha utilitzat en primer terme.

```

var(lnapb)
0.007314644
var(d1lnapb)
0.002742794
var(d12lnapb)
0.003876245
var(d1d12lnapb)
0.003134139
var(diff(d1d12lnapb))
0.009117687

```

Es consideren dos models: AR(11) i MA(1) amb constant.

```

Call:
arima(x = d1lnapv, order = c(11, 0, 0))

Coefficients:
          ar1          ar2          ar3          ar4          ar5          ar6          ar7          ar8
      -0.5733   -0.4138   -0.2935   -0.3569   -0.1194   -0.1055   -0.1719   -0.3395
s.e.    0.1197    0.1407    0.1472    0.1435    0.1487    0.1477    0.1463    0.1376
          ar9          ar10         ar11  intercept
      -0.2201   -0.1661   -0.2968         0.0041
s.e.    0.1429    0.1471    0.1317         0.0013

```

```
sigma^2 estimated as 0.00165:  log likelihood = 125.6,  aic = -225.20
```

```

Call:
arima(x = d1lnapv, order = c(0, 0, 1))

```

```

Coefficients:
          ma1  intercept
      -0.6377     0.0043
s.e.    0.1078     0.0020

```

```
sigma^2 estimated as 0.002026:  log likelihood = 119.16,  aic = -232.31
```

Mitjançant el diagnòstic de Ljung-Box i realitzant la resta d'operativa d'anàlisi de sèries temporals especificat per Box-Jenkins es considera directament com a model vàlid l'AR(11), que queda definit de la següent forma considerant els paràmetres significatius:

```

Call:
arima(x = dllnapv, order = c(11, 0, 0), fixed = c(NA, NA, NA, NA, 0, 0, 0, NA,
0, 0, NA, NA))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4 ar5 ar6 ar7      ar8 ar9 ar10
-0.5159 -0.3492 -0.2001 -0.2821  0  0  0 -0.1847  0  0
s.e.    0.1119  0.1298  0.1298  0.1107  0  0  0  0.0982  0  0
      ar11 intercept
-0.1962      0.0043
s.e.    0.1110      0.0019

sigma^2 estimated as 0.001729:  log likelihood = 124.2,  aic = -232.39

```

$X_t \sim \text{AR}(11) \text{ amb constant}$

$W_t = (1 - B)\log X_t - 0.0043$

$(1 + 0.5159B + 0.3492B^2 + 0.2001B^3 + 0.2821B^4 + 0.1847B^8 + 0.1962B^{11})W_t = Z_t$

amb $Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.001729)$

Com a dades atípiques per a la sèrie estudiada de gener de 2009 a desembre de 2014 corresponent al port d'Anvers es poden trobar les següents:

Obs	type_detected		W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
4	1	LS	0.06740882	3.361398	Ene 2009	106.97327
1	14	LS	0.09765212	3.768916	Feb 2010	110.25792
7	23	AO	-0.05493524	2.695923	Nov 2010	94.65464
3	34	LS	-0.08440216	3.909207	Oct 2011	91.90616
5	56	AO	-0.06354427	2.797244	Ago 2013	93.84326
6	61	TC	-0.07033451	3.007589	Ene 2014	93.20820
2	62	TC	0.11283201	3.624784	Feb 2014	111.94439

```

> mod.atip$sigma2
[1] 0.0005968604

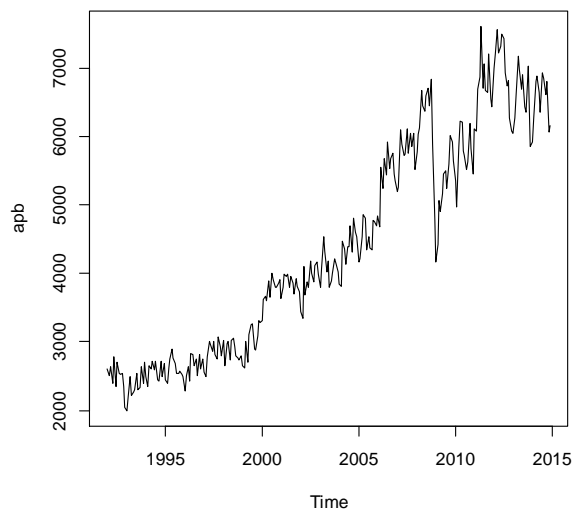
```

S'observa la problemàtica que la sèrie ja comença amb dades atípiques de canvis de nivell, fet que provoca una disfunció molt important en l'estudi de les dades. Aquest tipus de situacions es solucionarien excloent de la sèrie estudiada les primeres dades, però en aquest cas la sèrie resultant seria massa curta per treure bones conclusions.

3.12. Port de Bremen: Sèrie de dades de gener de 1992 a desembre de 2014.

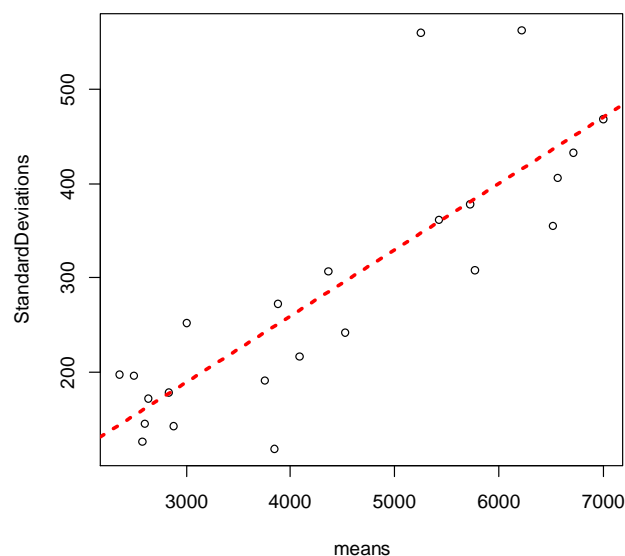
Lectura i gràfica de les dades:

```
apb=ts(read.table("Bremen2015.txt"),start=1992,freq=12)  
plot(apb)
```



Càlcul de dades estadístiques. Gràfica de la mitjana vs. desviació estàndard:

```
ng=length(apb)%/%12*12  
m=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,mean)  
s=apply(matrix(apb[1:ng],nrow=12),2,sd)  
plot(m,s,xlab="means",ylab="StandardDeviations")  
abline(lm(s~m),col=2,lty=3,lwd=3)  
summary(lm(s~m))
```



```

Call:
lm(formula = s ~ m)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-128.870  -42.716   -2.744   22.713  212.785

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -21.94522    46.76565  -0.469    0.644
m             0.07026     0.01004   6.997 6.57e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 74.72 on 21 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6998,    Adjusted R-squared:  0.6855
F-statistic: 48.96 on 1 and 21 DF,  p-value: 6.571e-07

```

p-valor<0.05 pendent significativa var. no ct. Heterocedasticitat

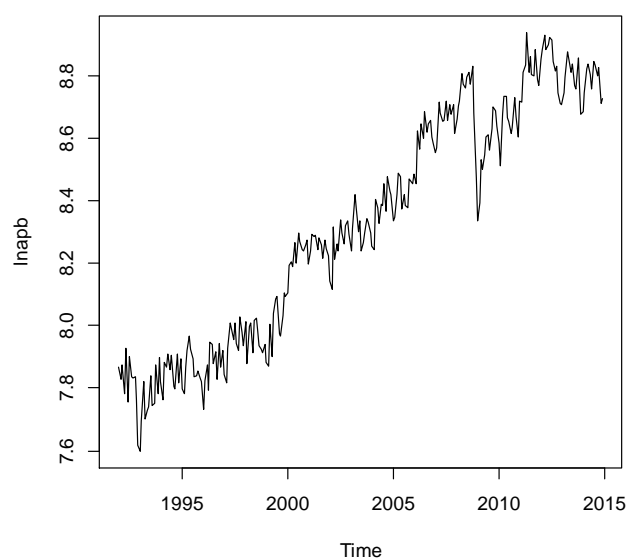
Com el p-valor és inferior a 0.05, la pendent de la recta és significativa, per tant, la variància no és constant, significant aquest fet existència d'heterocedasticitat.

Transformació logarítmica per eliminar l'heterocedasticitat: (Cas particular de la transformació de Box-Cox quan $\lambda=0$). Cal recordar que es busca tractar una sèrie estacionària.

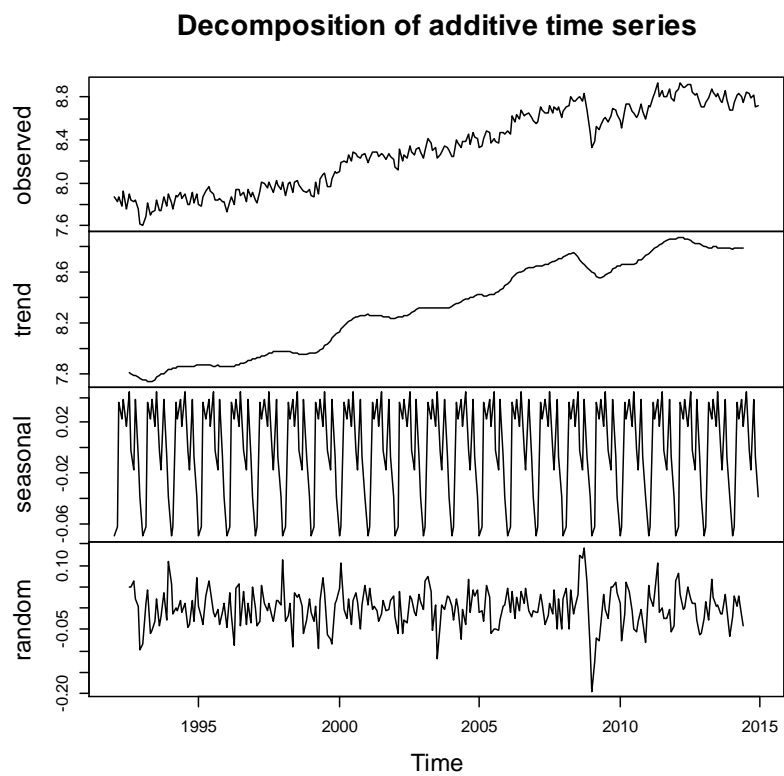
```

lnapb=log(apb)
plot(lnapb)

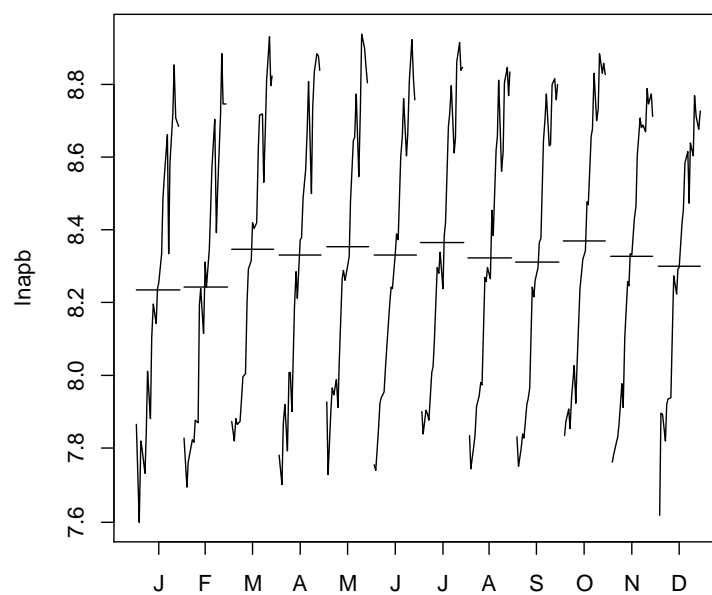
```



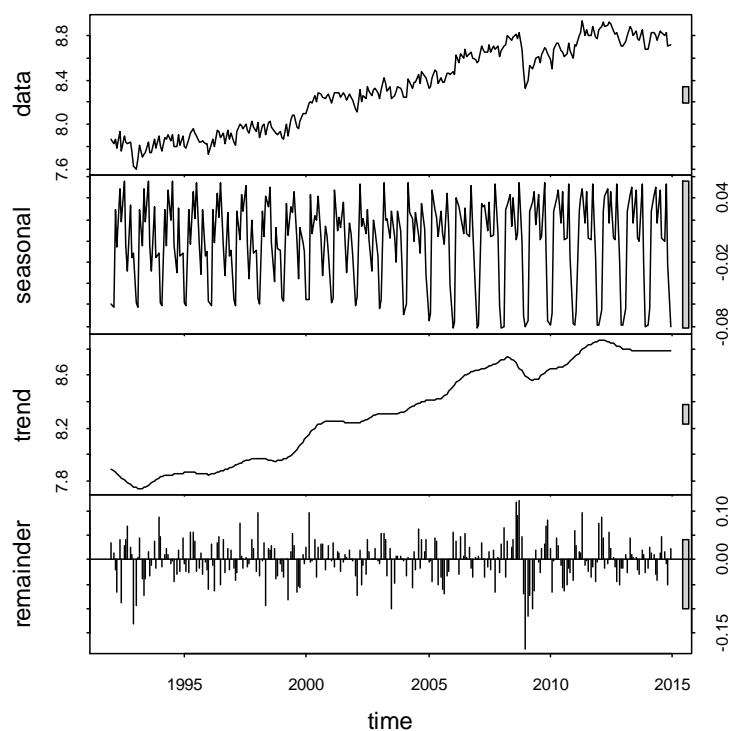
```
plot(decompose(lnapb))
```



```
monthplot(lnapb)
```

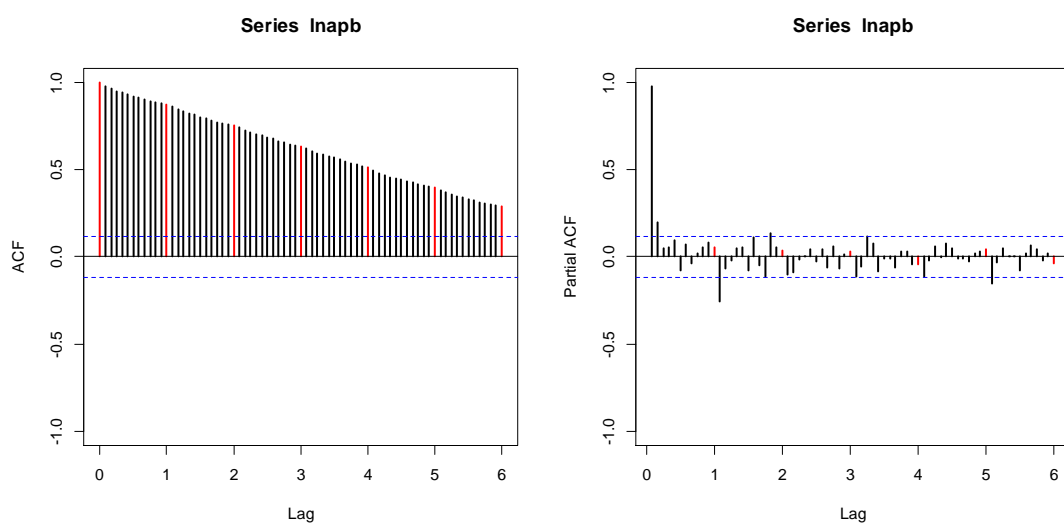



```
plot(stl(lnapb,s.window=12))
```



Gràfica ACF i PACF després d'aplicar logaritme:

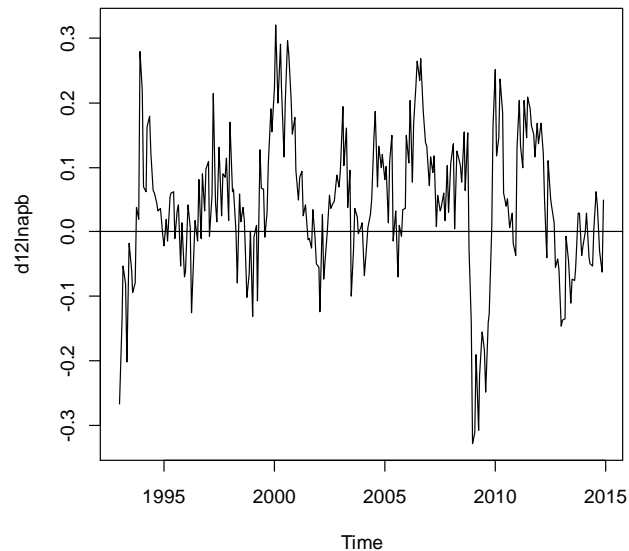
```
acf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



La forma d'aquesta gràfica demostra l'existència d'estacionalitat.

Diferenciació d'ordre 12 per eliminar l'estacionalitat:

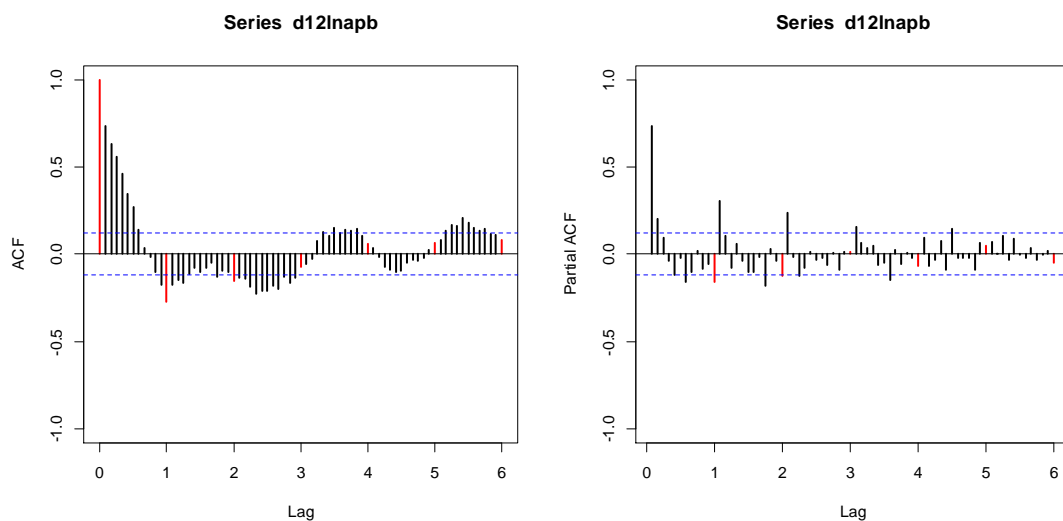
```
d12lnapb=diff(lnapb,12)
plot(d12lnapb)
abline(h=0)
```



De la gràfica es dedueix que una vegada feta la transformació d'ordre 12, la mitjana no es pot considerar nul·la. Concretament, la mitjana que dona R és de 0.04374847. S'elimina l'estacionalitat, però també la tendència lineal.

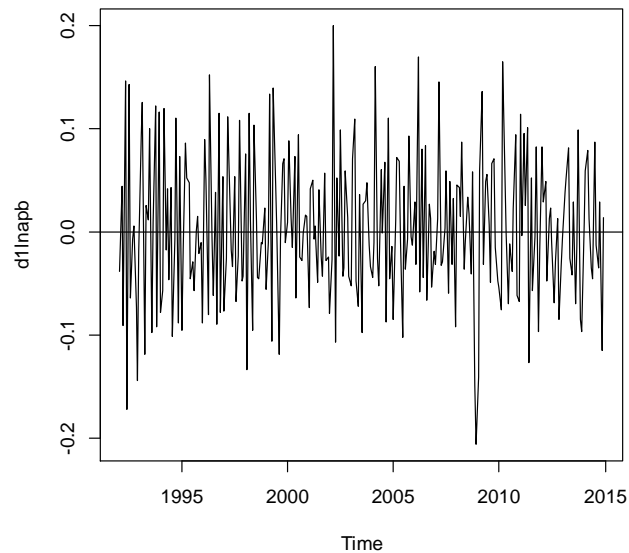
Gràfiques ACF i PACF després de la diferenciació d'ordre 12:

```
acf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diferenciació regular:

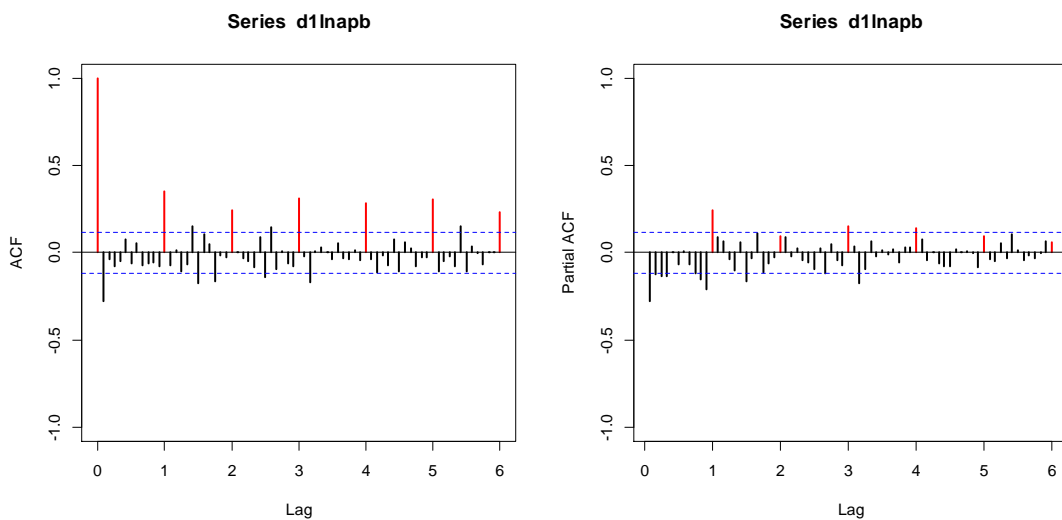
```
d1lnapb=diff(lnapb)
plot(d1lnapb)
abline(h=0)
```



La mitjana que dona R per la diferenciació regular és de 0.003116523.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació regular:

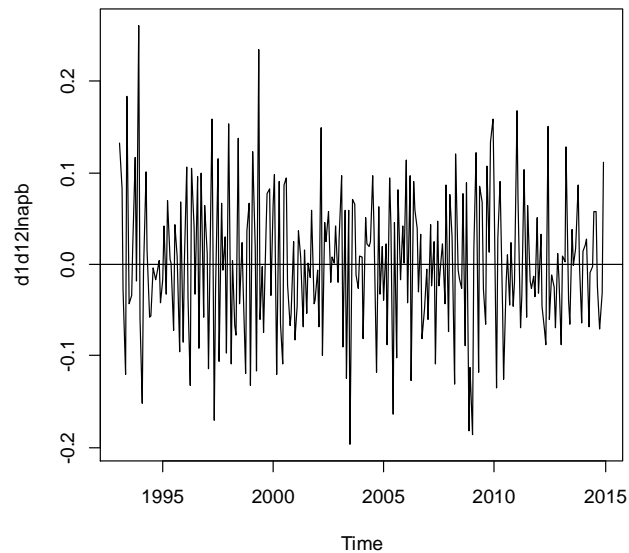
```
acf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Veient aquesta gràfica, es confirma l'estacionalitat i la necessitat d'una diferenciació d'ordre 12.

Diferenciació regular després de la diferenciació d'ordre 12:

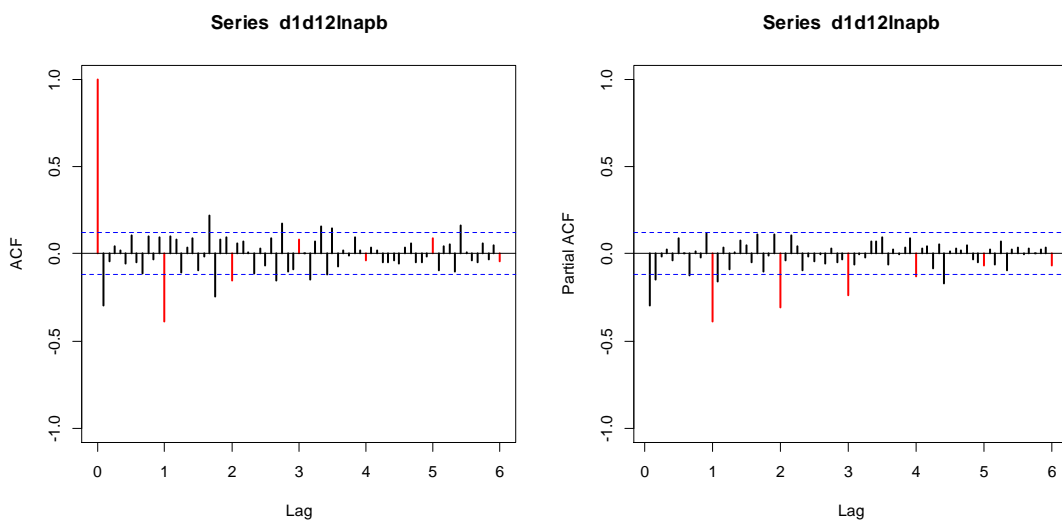
```
d1d12lnapb=diff(d12lnapb)
plot(d1d12lnapb)
abline(h=0)
```



En aquesta gràfica es podria considerar que la mitjana queda situada al voltant de 0. Concretament, la mitjana que dona R és de 0.001205581. S'ha de comprovar quina ha estat l'evolució de les variàncies per veure si s'ha produït una sobrediferenciació.

Gràfica ACF i PACF després de la diferenciació estacional i regular:

```
acf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d1d12lnapb,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Càlcul de variàncies:

```
var(lnapb)
var(d12lnapb)
var(d1lnapb)
var(d1d12lnapb)
var(diff(d1d12lnapb))
```

```
var(lnapb)
0.1381403
var(d1lnapb)
0.004906853
var(d12lnapb)
0.01209246
var(d1d12lnapb)
0.006038593
var(diff(d1d12lnapb))
0.01563459
```

Es treballarà amb la diferenciació estacional d'ordre 12 i amb una diferenciació regular. No és evident que es treballin models amb constant. És possible que es treballi sense constant donat que aquesta no sigui significativa. També es podria considerar treballar només amb diferenciació regular.

Possibles models:

Part estacional: MA(1)

Part regular: AR(2), MA(1)

Model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = lnapb, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1,
1), period = 12))

Coefficients:
          mal          smal
      -0.3732    -0.8918
s.e.    0.0609     0.0499

sigma^2 estimated as 0.003082:  log likelihood = 377.63, aic = -749.26
```

Model ARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂

```
Call:
arima(x = lnaphb, order = c(2, 1, 0), seasonal = list(order = c(0, 1,
1), period = 12))

Coefficients:
          ar1          ar2          smal
      -0.3464   -0.1214   -0.8885
s.e.      0.0613    0.0615    0.0494

sigma^2 estimated as 0.003103:  log likelihood = 376.91, aic = -745.82
```

S'han d'escollir dos models d'acord amb la metodologia que es segueix, per tant, s'agafen aquests dos models en funció dels valors d'aic, essent els models de valor més petit els següents:

Primer aic més petit: -749,26 – Model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂

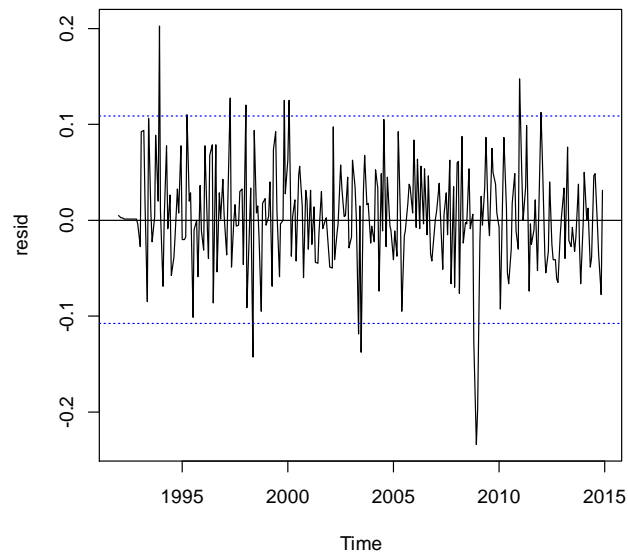
Segon aic més petit: -745,82 – Model ARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂

De l'observació dels models presentats, queda clar que la part estacional es defineix mitjançant un MA(1), mentre que els models ARMA(1,1) porten a l'MA(1). Per la part regular, el plantejament és el mateix, el model més rellevant és el MA(1), mentre que els models ARMA(1,1) porten a l'MA(1). El segon model queda lluny del primer model, però s'ha de mantenir la metodologia de treballar amb dos possibles models. Com es pot comprovar hi ha aic més petits però que per la significació dels seus paràmetres porten al primer model, per aquest motiu s'agafa el segon model especificat.

Validació del primer model:

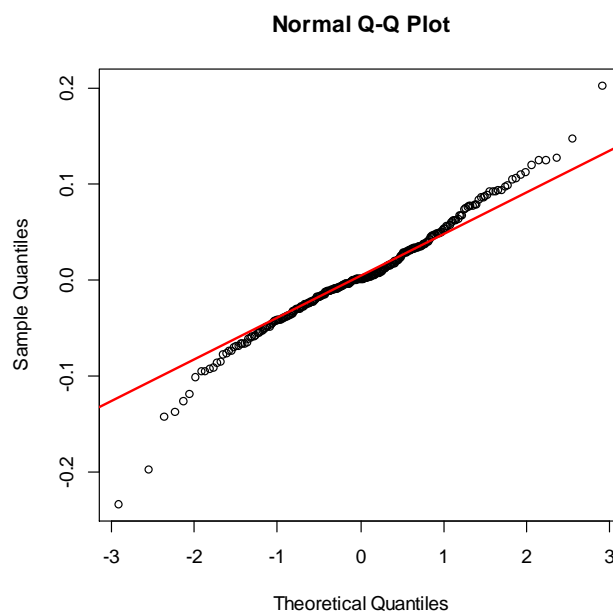
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



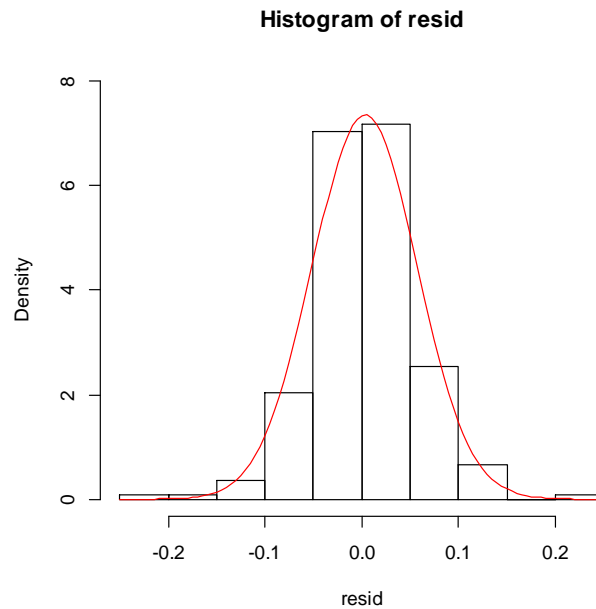
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



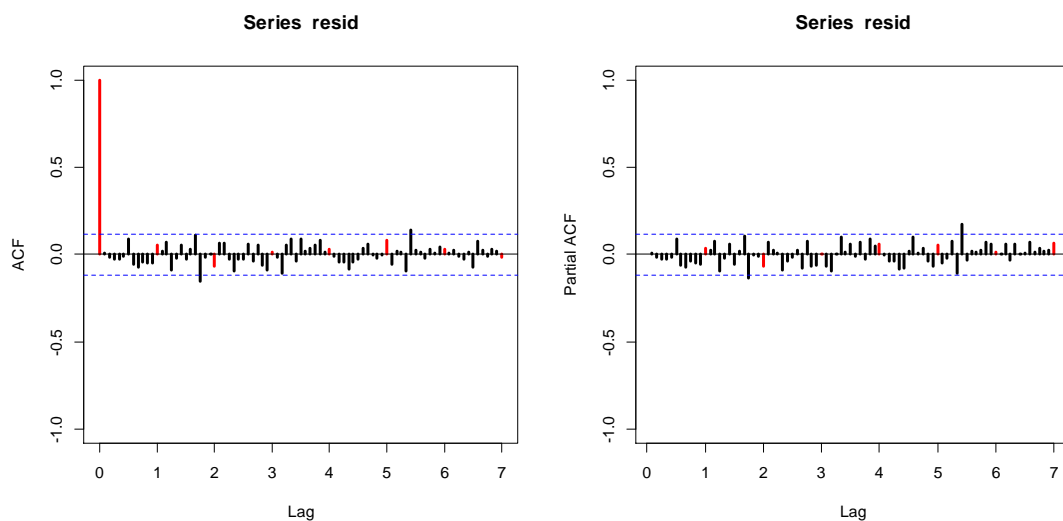
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



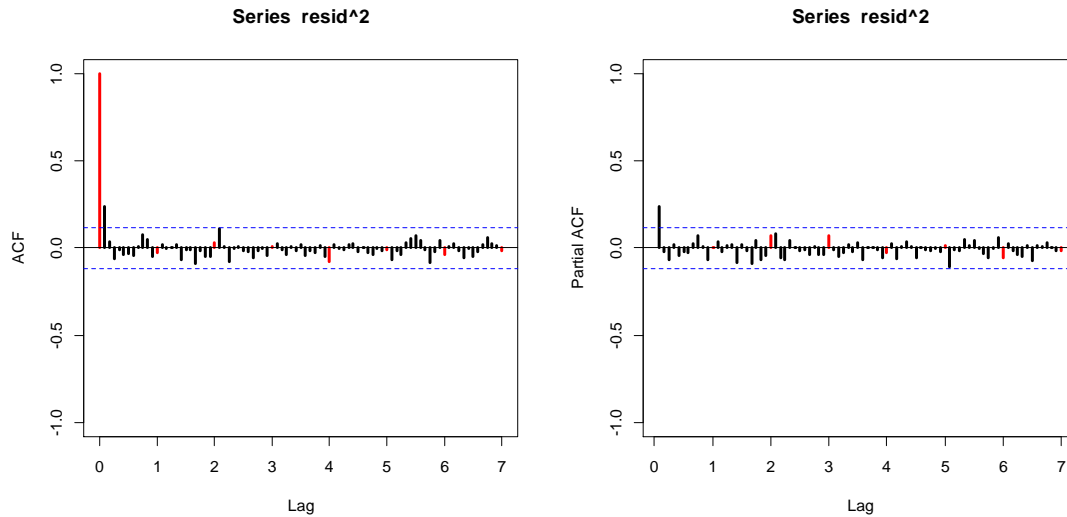
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



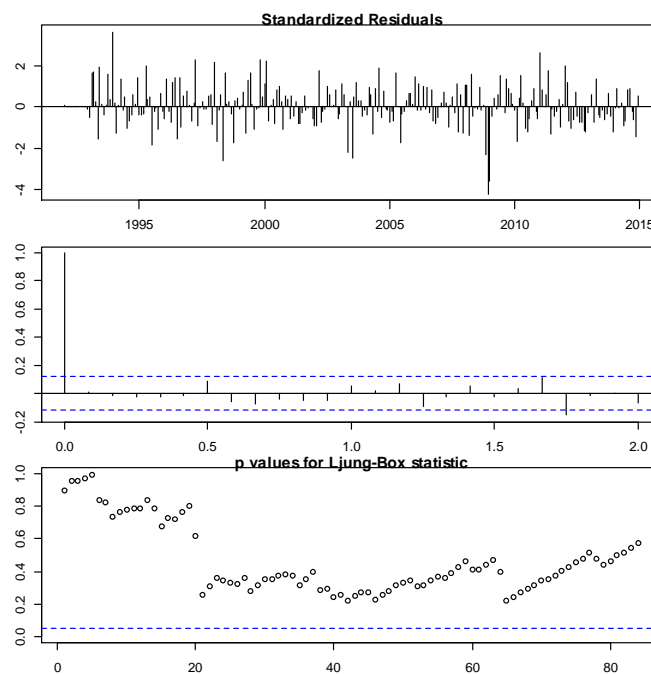
ACF i PACF dels residus al quadrat:

```
acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5	psi 6	psi 7
-0.3731705	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 8	psi 9	psi 10	psi 11	psi 12	psi 13	psi 14
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.8917624	0.3327794	0.0000000
psi 15	psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20	psi 21
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 22	psi 23	psi 24	psi 25	psi 26	psi 27	psi 28
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 29	psi 30	psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
psi 36						
0.0000000						

Expressió del model com un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5
-3.731705e-01	-1.392562e-01	-5.196630e-02	-1.939229e-02	-7.236629e-03
pi 6	pi 7	pi 8	pi 9	pi 10
-2.700496e-03	-1.007745e-03	-3.760609e-04	-1.403348e-04	-5.236880e-05
pi 11	pi 12	pi 13	pi 14	pi 15
-1.954249e-05	-8.917697e-01	-3.327821e-01	-1.241845e-01	-4.634197e-02
pi 16	pi 17	pi 18	pi 19	pi 20
-1.729346e-02	-6.453407e-03	-2.408221e-03	-8.986769e-04	-3.353597e-04
pi 21	pi 22	pi 23	pi 24	pi 25
-1.251463e-04	-4.670091e-05	-1.742740e-05	-7.952467e-01	-2.967626e-01
pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
-1.107430e-01	-4.132603e-02	-1.542165e-02	-5.754905e-03	-2.147561e-03
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35
-8.014062e-04	-2.990611e-04	-1.116008e-04	-4.164612e-05	-1.554110e-05
pi 36				
-7.091711e-01				

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi)))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

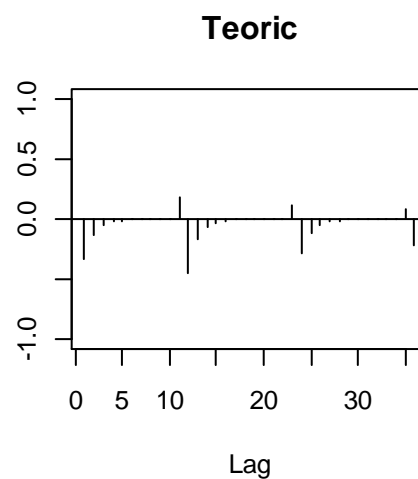
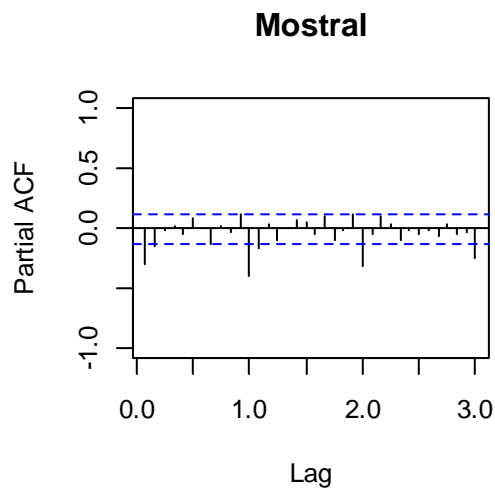
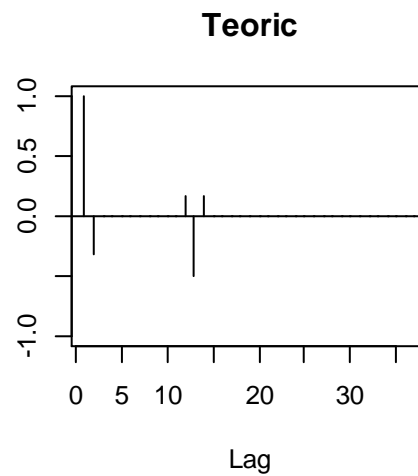
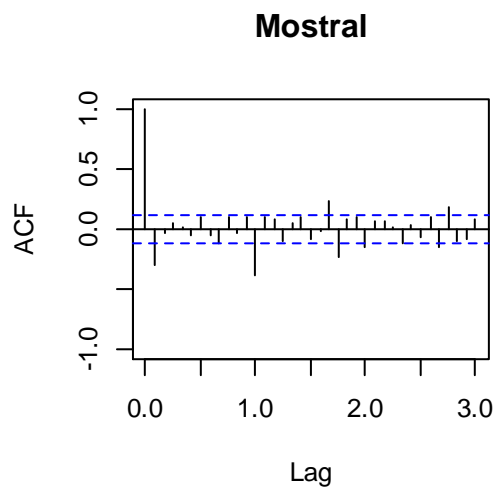
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi)))  
numeric(0)
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.009592 1.009592 1.009592 1.009592 1.009592 1.009592 1.009592 1.009592  
[9] 1.009592 1.009592 1.009592 1.009592 2.679740
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
```

```
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2007,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2007,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapb,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod

mod2=arima(lnapb2,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2
```

```

Call:
arima(x = lnaphb, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))

Coefficients:
          mal      smal
      -0.3732  -0.8918
s.e.    0.0609   0.0499

sigma^2 estimated as 0.003082:  log likelihood = 377.63, aic = -749.26

Call:
arima(x = lnaphb2, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))

Coefficients:
          mal      smal
      -0.3696  -0.8918
s.e.    0.0616   0.0533

sigma^2 estimated as 0.003152:  log likelihood = 357.12, aic = -708.24

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-ts(c(lnaphb[length(lnaphb2)],pred1$pred),start=c(2013,12),freq=12)
se<-ts(c(0,pred1$se),start=c(2013,12),freq=12)

#Intervals.

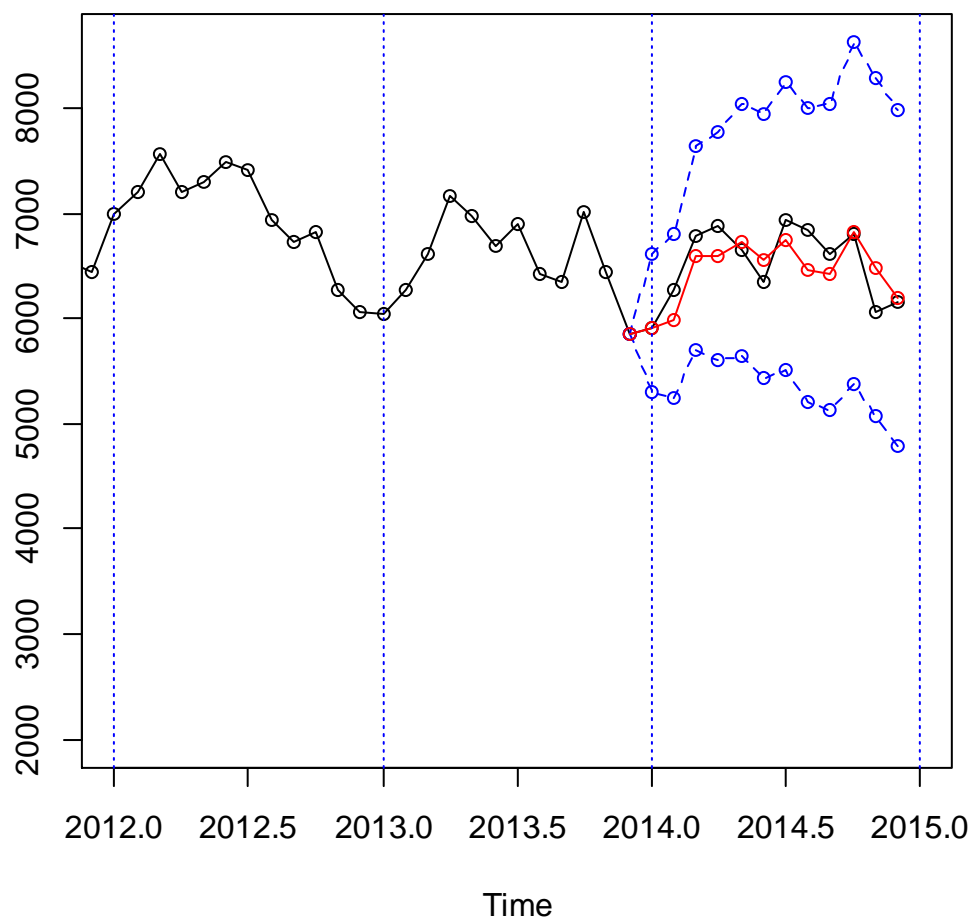
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```



	tl	pr	tu	apb	err
Jan 2014	5302.865	5920.290	6609.603	5908	-0.2080190
Feb 2014	5250.285	5980.327	6811.880	6273	4.6655931
Mar 2014	5696.307	6601.946	7651.571	6793	2.8125093
Apr 2014	5609.956	6603.544	7773.108	6878	3.9903509
May 2014	5635.608	6728.366	8033.013	6644	-1.2698121
Jun 2014	5427.227	6565.103	7941.548	6350	-3.3874525
Jul 2014	5508.363	6745.484	8260.449	6930	2.6625693
Aug 2014	5216.145	6461.934	8005.260	6847	5.6238611
Sep 2014	5126.878	6421.413	8042.818	6614	2.9118082
Oct 2014	5386.606	6817.669	8628.925	6807	-0.1567412
Nov 2014	5068.567	6479.712	8283.735	6064	-6.8554052
Dec 2014	4795.491	6189.888	7989.738	6152	-0.6158692

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.01533276
> mod.EAM<- sum(abs(obs-prev)/obs)
> mod.EAM
[1] 0.3515999

```

Previsió a llarg termini:

```

pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-ts(c(lnapb[length(lnapb)],pred1$pred),start=c(2014,12),freq=12)
se<-ts(c(0,pred1$se),start=c(2014,12),freq=12)

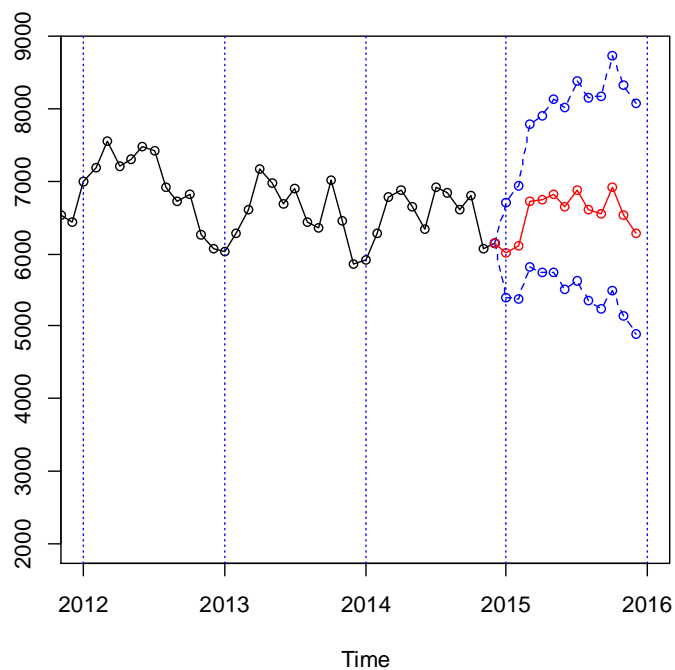
#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2008,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```

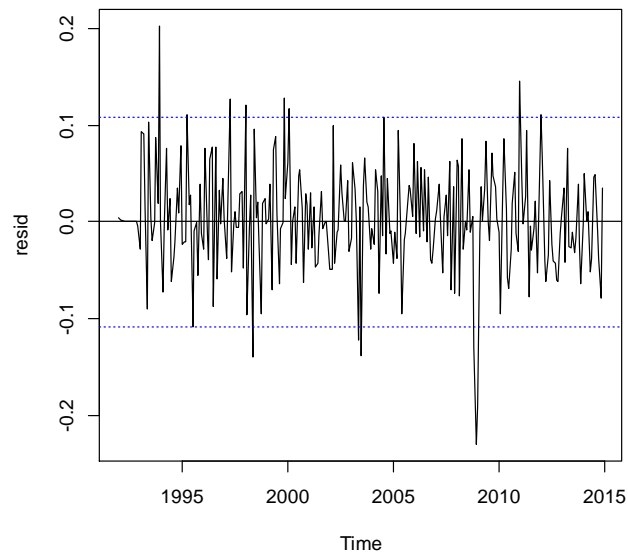


	tl	pr	tu
Jan 2015	5394.352	6014.829	6706.675
Feb 2015	5372.444	6109.075	6946.708
Mar 2015	5818.645	6729.868	7783.791
Apr 2015	5739.918	6740.546	7915.612
May 2015	5734.162	6827.960	8130.401
Jun 2015	5511.015	6647.197	8017.620
Jul 2015	5631.721	6875.029	8392.822
Aug 2015	5352.165	6608.328	8159.314
Sep 2015	5245.367	6546.581	8170.586
Oct 2015	5493.426	6926.942	8734.535
Nov 2015	5133.494	6537.048	8324.348
Dec 2015	4889.809	6285.846	8080.450

Validació del segon model:

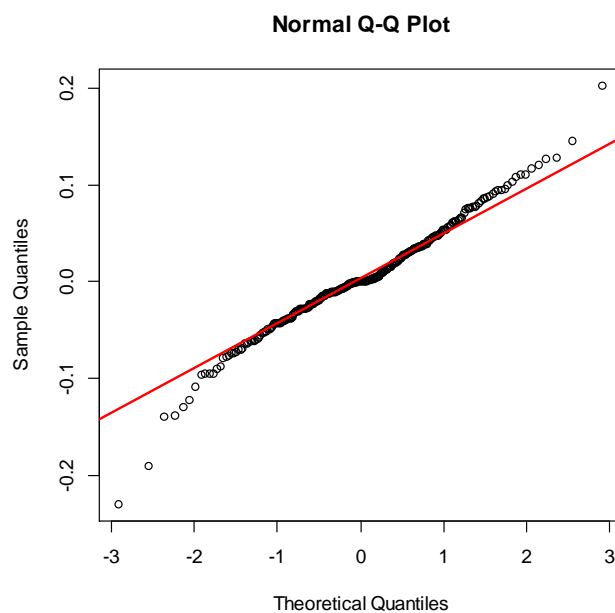
Gràfica dels residus per verificar l'homocedasticitat i la presència de dades atípiques:

```
resid=mod$resid  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=-2*sd(resid),col=4,lty=3)  
abline(h=2*sd(resid),col=4,lty=3)
```



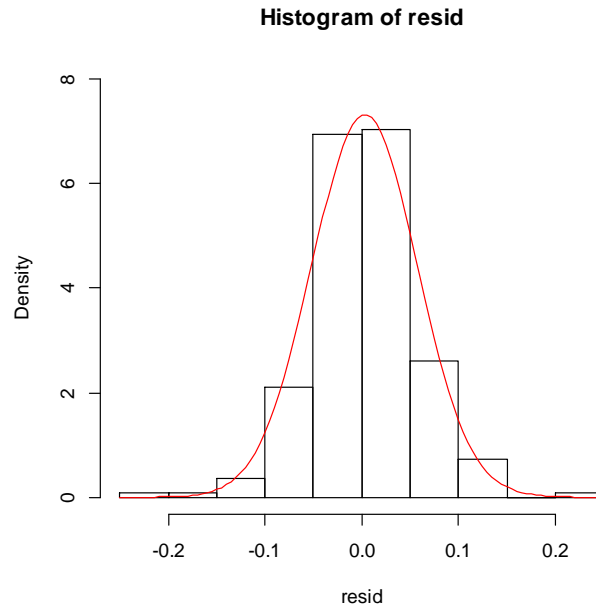
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



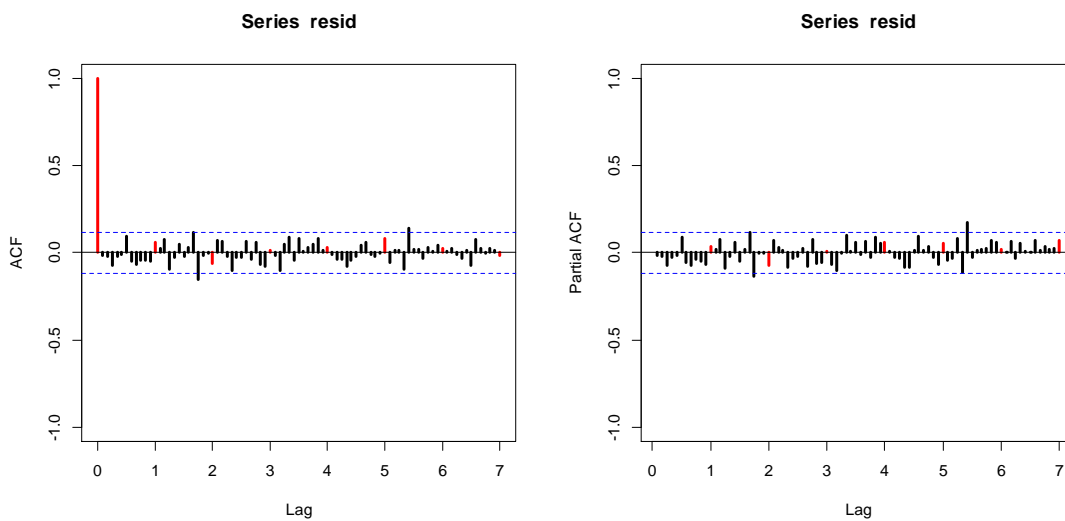
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,7),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



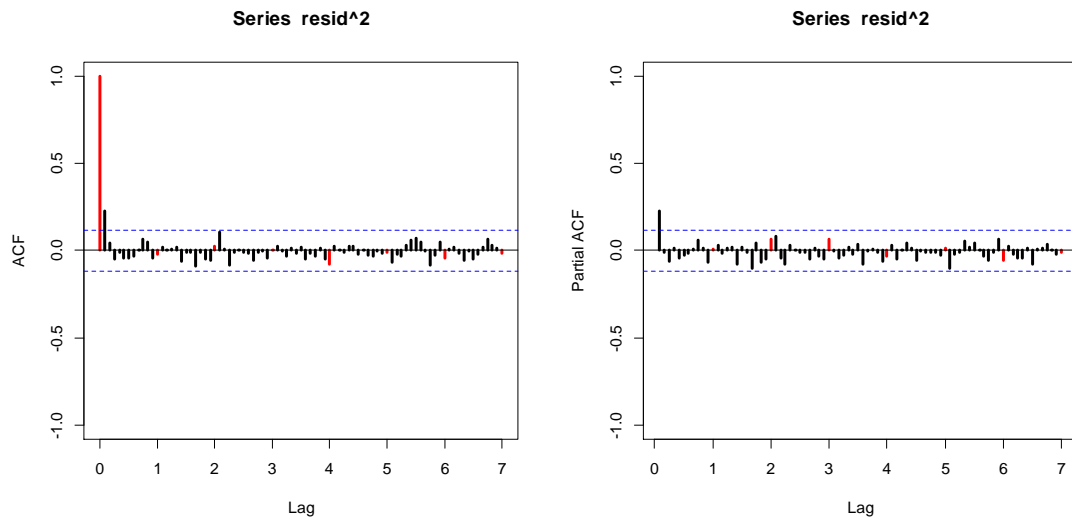
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



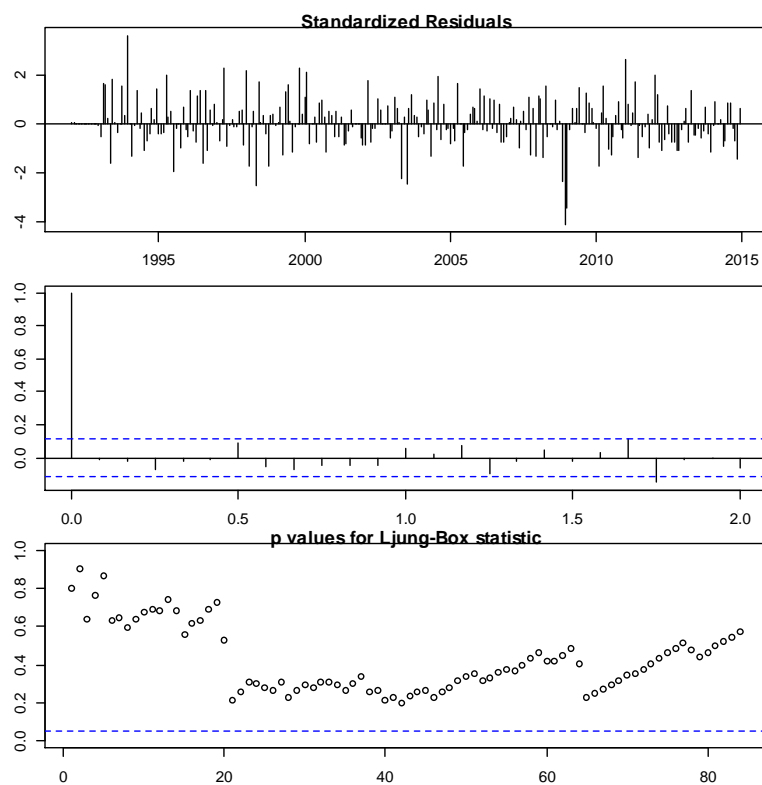
ACF i PACF dels residus al quadrat:

```
acf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(resid^2,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5
-3.463926e-01	-1.372406e-03	4.251369e-02	-1.455987e-02	-1.160397e-04
psi 6	psi 7	psi 8	psi 9	psi 10
1.807185e-03	-6.119130e-04	-7.358303e-06	7.681078e-05	-2.571368e-05
psi 11	psi 12	psi 13	psi 14	psi 15
-4.147461e-07	-8.884899e-01	3.077664e-01	1.219352e-03	-3.777298e-02
psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20
1.293630e-02	1.030994e-04	-1.605666e-03	5.436786e-04	6.537747e-06
psi 21	psi 22	psi 23	psi 24	psi 25
-6.824560e-05	2.284635e-05	3.684964e-07	-2.900283e-06	9.599159e-07
psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
1.947133e-08	-1.232404e-07	4.032651e-08	9.876774e-10	-5.236159e-09
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
1.693902e-09	4.870642e-11	-2.224439e-10	7.114192e-11	2.352818e-12
psi 36				
-9.448800e-12				

Expressió del model com un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
-0.34639262	-0.12136025	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.88849317
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
-0.30776748	-0.10782776	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.78942012
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
-0.27344931	-0.09580423	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	-0.70139439

Estacionarietat i invertibilitat:

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

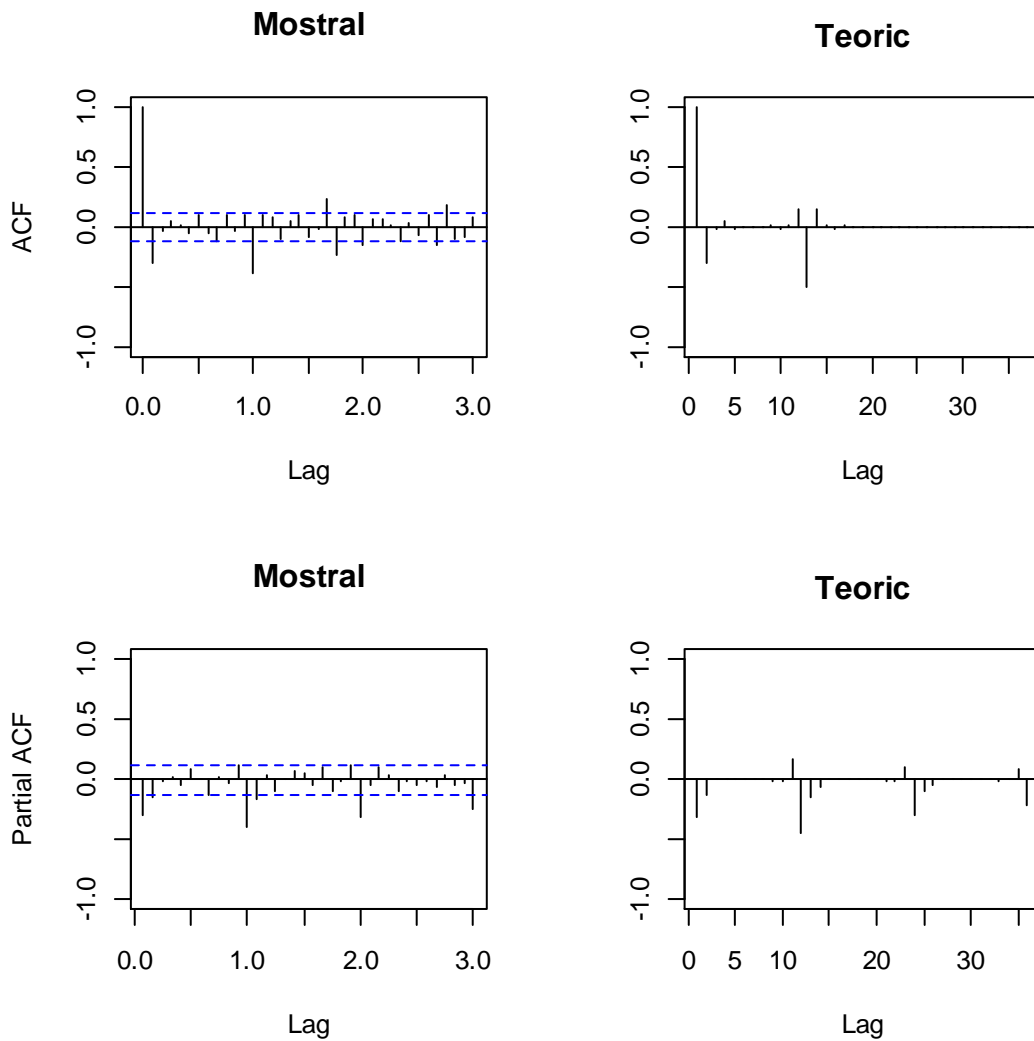
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 2.870528 2.870528
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
[1] 1.009901 1.009901 1.009901 1.009901 1.009901 1.009901 1.009901 1.009901  
[9] 1.009901 1.009901 1.009901 1.009901
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")
```

```
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2007,12))
d12lnapb2=window(d12lnapb,end=c(2007,12))
```

Estabilitat:

```
mod=arima(lnapb,order=c(2,1,0),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod

mod2=arima(lnapb2,order=c(2,1,0),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod2
```

```
Call:
arima(x = lnabp, order = c(2, 1, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
          ar1          ar2          smal
      -0.3464   -0.1214   -0.8885
s.e.    0.0613    0.0615    0.0494
```

```
sigma^2 estimated as 0.003103:  log likelihood = 376.91, aic = -745.82
```

```
Call:
arima(x = lnabp2, order = c(2, 1, 0), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

```
Coefficients:
          ar1          ar2          smal
      -0.3508   -0.1162   -0.8878
s.e.    0.0630    0.0630    0.0526
```

```
sigma^2 estimated as 0.003171:  log likelihood = 356.59, aic = -705.17
```

Capacitat de previsió:

```
pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-ts(c(lnabp[length(lnabp2)],pred1$pred),start=c(2013,12),freq=12)
se<-ts(c(0,pred1$se),start=c(2013,12),freq=12)

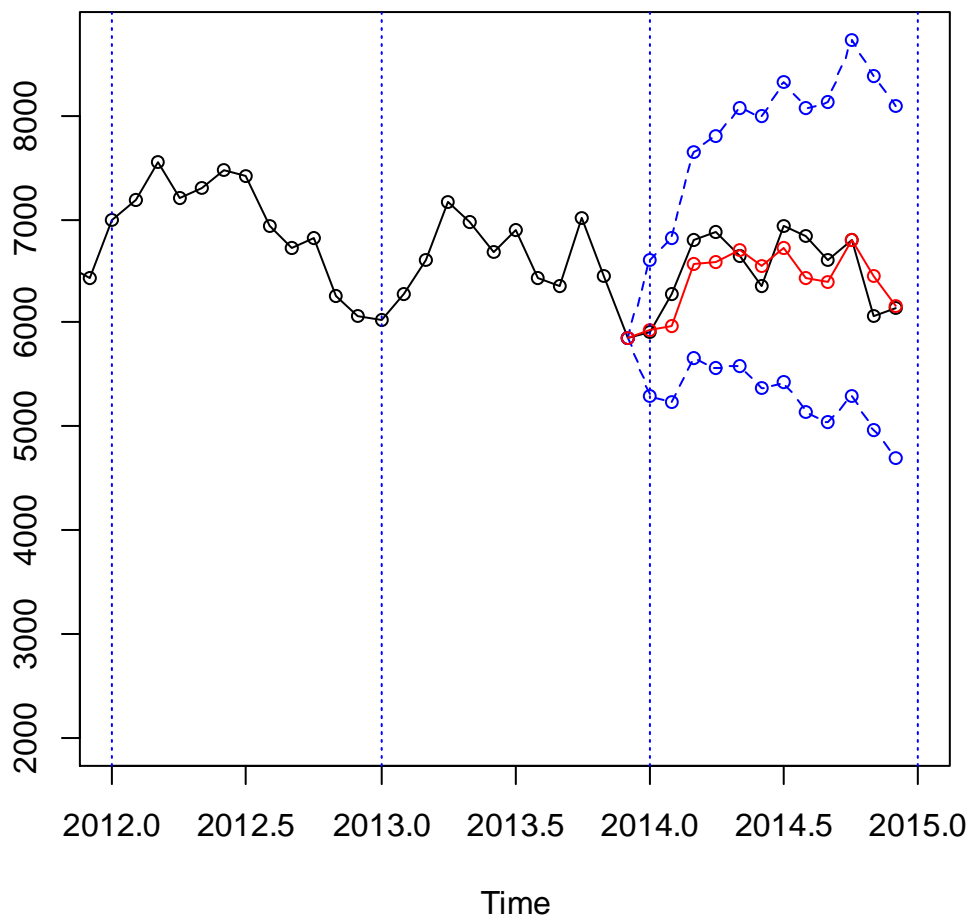
#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM
```



	tl	pr	tu	apb	err
Jan 2014	5303.723	5923.091	6614.790	5908	-0.25543990
Feb 2014	5235.797	5972.673	6813.255	6273	4.78761472
Mar 2014	5660.084	6578.000	7644.779	6793	3.16501557
Apr 2014	5567.554	6590.846	7802.214	6878	4.17496710
May 2014	5580.580	6712.573	8074.184	6644	-1.03210172
Jun 2014	5364.389	6548.161	7993.159	6350	-3.12064849
Jul 2014	5435.532	6726.906	8325.084	6930	2.93065506
Aug 2014	5139.660	6443.321	8077.652	6847	5.89570661
Sep 2014	5046.639	6404.384	8127.416	6614	3.16927637
Oct 2014	5296.704	6800.220	8730.521	6807	0.09960589
Nov 2014	4975.726	6459.386	8385.443	6064	-6.52021605
Dec 2014	4698.976	6165.366	8089.368	6152	-0.21726861

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.01572006
> mod.EAM<- sum(abs(obs-prev)/obs)
> mod.EAM
[1] 0.3536852

```

Previsió a llarg termini:

```
pred1=predict(mod,n.ahead=12)

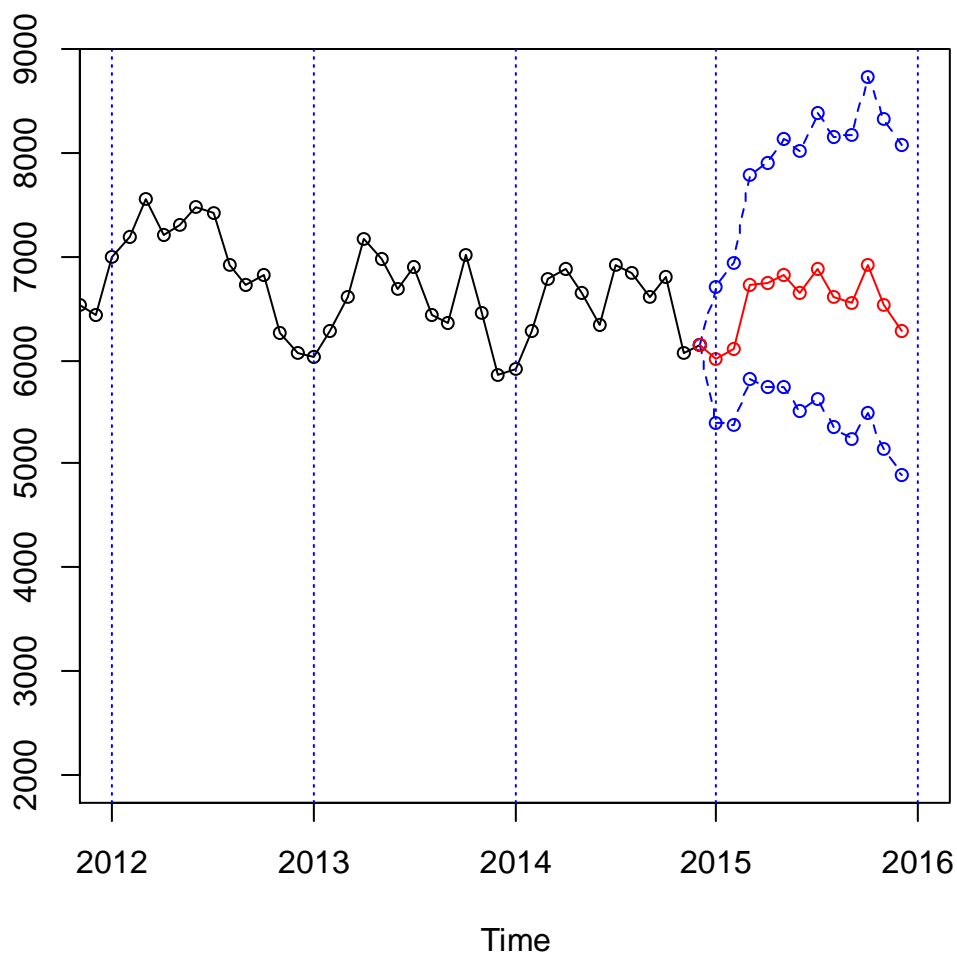
pr<-ts(c(lnapb[length(lnapb)],pred1$pred),start=c(2014,12),freq=12)
se<-ts(c(0,pred1$se),start=c(2014,12),freq=12)

#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs
```



		tl	pr	tu
Jan	2015	5394.352	6014.829	6706.675
Feb	2015	5372.444	6109.075	6946.708
Mar	2015	5818.645	6729.868	7783.791
Apr	2015	5739.918	6740.546	7915.612
May	2015	5734.162	6827.960	8130.401
Jun	2015	5511.015	6647.197	8017.620
Jul	2015	5631.721	6875.029	8392.822
Aug	2015	5352.165	6608.328	8159.314
Sep	2015	5245.367	6546.581	8170.586
Oct	2015	5493.426	6926.942	8734.535
Nov	2015	5133.494	6537.048	8324.348
Dec	2015	4889.809	6285.846	8080.450

D'acord amb l'EQM i l'EAM, s'agafa com a model definitiu el primer model:

$$X_t \sim ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$$

$$W_t = (1 - B)(1 - B^{12})X_t$$

$$W_t = (1 - 0.3732B)(1 - 0.8918B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.003082)$$

Estudi del primer model considerant dades atípiques:

Dades atípiques:

```
source("atipics2.r")
mod.atip=outdetec(mod,dif=c(1,12),crit=2.8,LS=T)
#S'estima el model per a la sèrie diferenciada d'ordre 12.

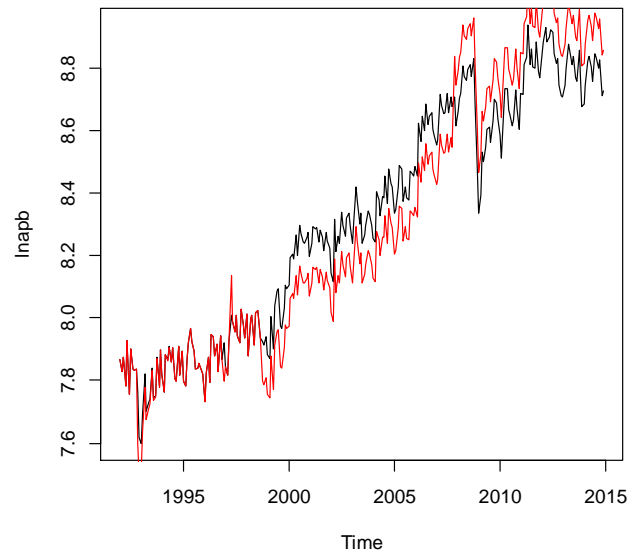
atipics=mod.atip$atip[order(mod.atip$atip[,1]),]
meses=c("Ene","Feb","Mar","Abr","May","Jun","Jul","Ago","Sep","Oct","Nov","Dic")
data.frame(atipics,Fecha=paste(meses[(atipics[,1]-1)%%12+1],1992+((atipics[,1]-1)%%12)),PerCent=100*exp(atipics[,3]))
mod.atip$sigma2
```

	Obs	type_detected	W_coef	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
2	11	TC	0.1692986	3.611142	Nov 1992	118.44737
4	60	AO	0.1229041	3.050506	Dic 1996	113.07760
3	64	AO	-0.1282607	3.126036	Abr 1997	87.96241
5	82	LS	0.1276552	2.868481	Oct 1998	113.61612
1	191	LS	-0.2578680	5.313593	Nov 2007	77.26972

```
> mod.atip$sigma2
[1] 0.002419671
```

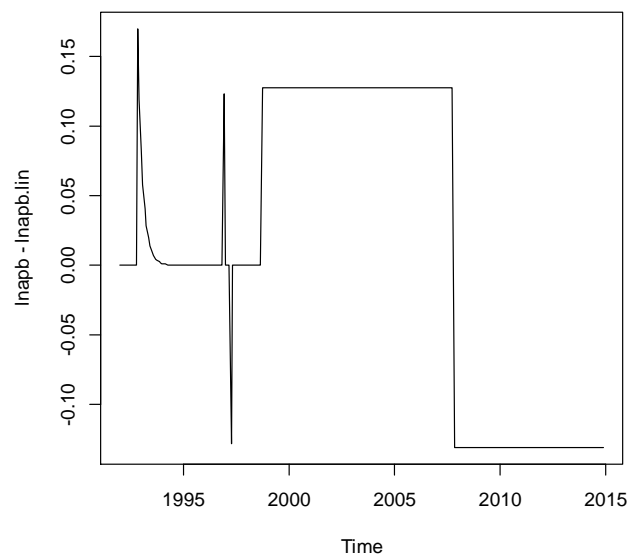
Linealització de la sèrie després d'aplicar logaritme:

```
lnapb.lin=lineal(lnapb,mod.atip$atip)  
plot(lnapb)  
lines(lnapb.lin,col=2)
```



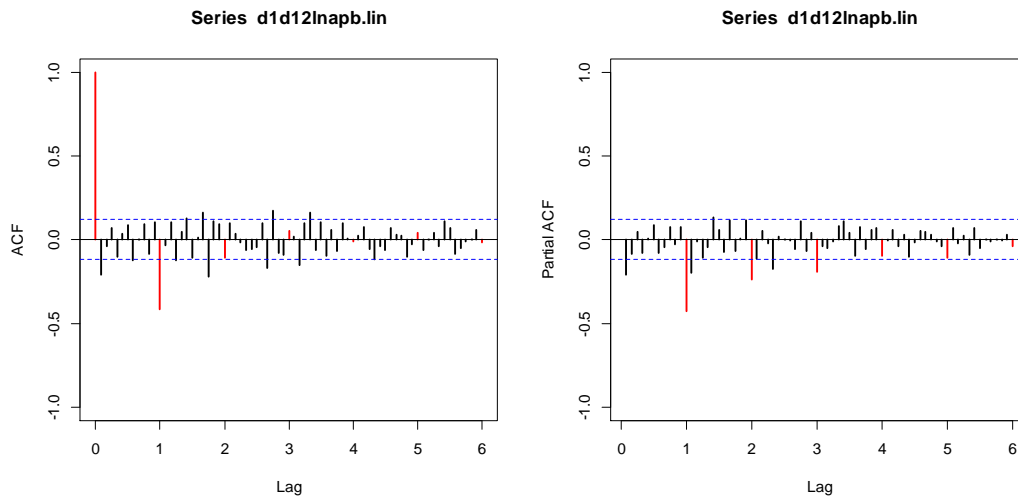
Gràfica de la diferència entre el logaritme de la sèrie i el logaritme de la sèrie linealitzada:

```
plot(lnapb-lnapb.lin)
```



Diferenciació estacional i gràfica ACF i PACF després de la diferenciació:

```
d12lnapb.lin=diff(lnapb.lin,12)
acf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(2,rep(1,11)),lag.max=72)
win.graph()
pacf(d12lnapb.lin,ylim=c(-1,1),lwd=2,col=c(rep(1,11),2),lag.max=72)
```



Model ARIMA:

```
mod.lin=arima(lnapb.lin,order=c(0,1,1),seasonal=list(order=c(0,1,1),period=12))
mod.lin
```

Call:

```
arima(x = lnapb.lin, order = c(0, 1, 1), seasonal = list(order = c(0, 1, 1), period = 12))
```

Coefficients:

	mal	smal
	-0.3238	-1.000
s.e.	0.0612	0.087

sigma^2 estimated as 0.003792: log likelihood = 341.07, aic = -676.14

No es pot procedir a la validació d'aquest model doncs es comprova que té una arrel unitària, fet que desestima el model.

De l'estudi de les variàncies s'observa que la sèrie linealitzada s'ha de considerar que es defineixi com un model que només utilitza la diferenciació regular i on no es constata estacionalitat.

```

var(lnapb.lin)
0.1858525
var(d1lnapb.lin)
0.005664632
var(d12lnapb.lin)
0.0191141
var(d1d12lnapb.lin)
0.007981126

```

Models a considerar: AR(4), AR(11), ARMA(1,1) sense o amb constant en funció del model.

Model AR(4):

```

Call:
arima(x = dllnapb.lin, order = c(4, 0, 0))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4  intercept
-0.2941 -0.1456 -0.1265 -0.1583      0.0037
s.e.    0.0595  0.0619  0.0617  0.0599      0.0025

sigma^2 estimated as 0.005074:  log likelihood = 336.18, aic = -660.36

```

Model AR(11):

```

Call:
arima(x = dllnapb.lin, order = c(11, 0, 0))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ar5      ar6      ar7      ar8
-0.3218 -0.1732 -0.1574 -0.1878 -0.0147 -0.0892 -0.1038 -0.1101
s.e.    0.0599  0.0620  0.0626  0.0630  0.0642  0.0638  0.0642  0.0634
      ar9      ar10      ar11  intercept
-0.1092 -0.1865 -0.1418      0.0040
s.e.    0.0632  0.0641  0.0627      0.0016

sigma^2 estimated as 0.004835:  log likelihood = 342.57, aic = -659.13

```

Model ARMA(1,1):

```

Call:
arima(x = dllnapb.lin, order = c(1, 0, 1))

Coefficients:
      ar1      ma1  intercept
  0.6133 -0.8734      0.0041
s.e.    0.1316  0.0934      0.0015

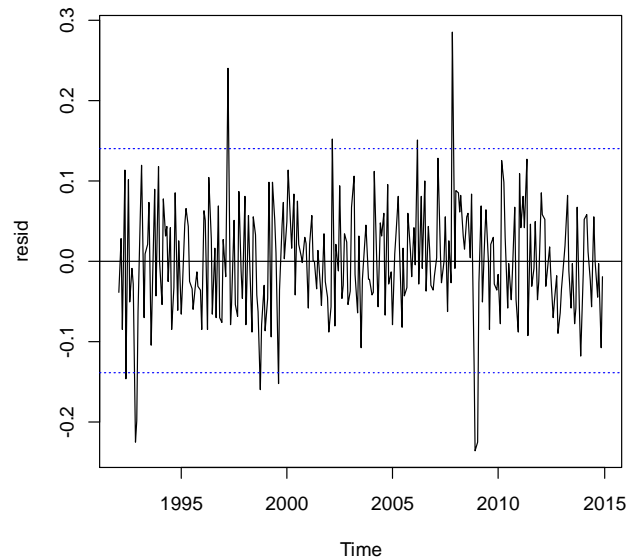
sigma^2 estimated as 0.005094:  log likelihood = 335.57, aic = -663.15

```

Validació del model escollit AR(11) en base al diagnòstic de Ljung-Box:

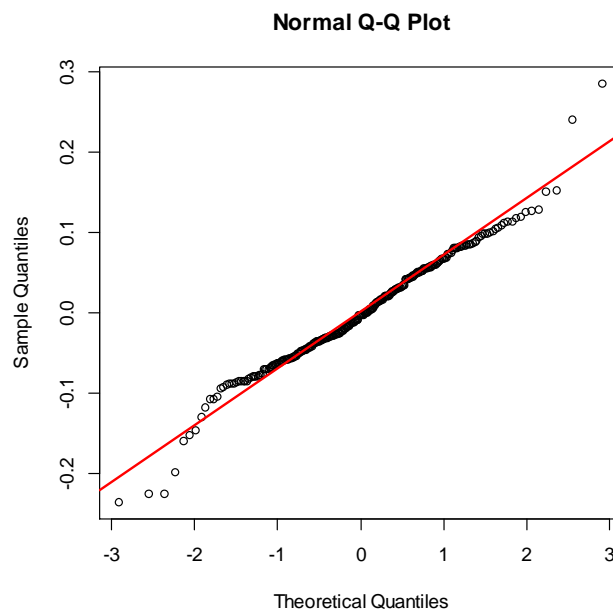
Gràfica del residus:

```
resid=model$residuals  
plot(resid)  
abline(h=0)  
abline(h=c(-2*sd(resid),2*sd(resid)),lty=3,col=4)
```



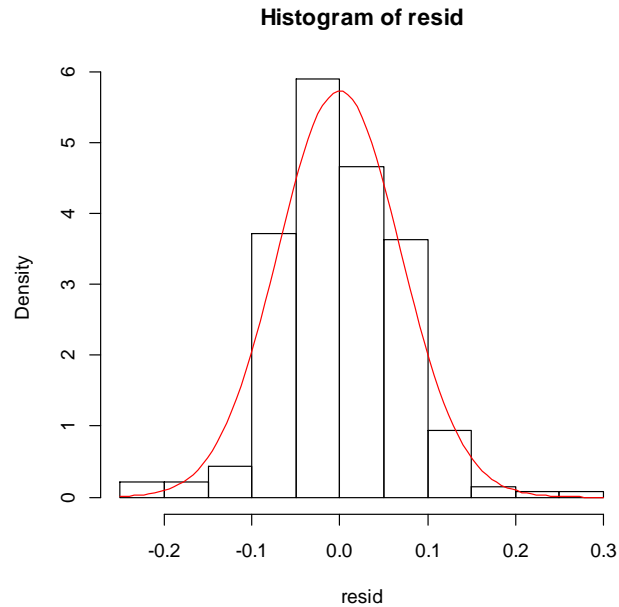
Gràfica de normalitat dels residus per verificar la normalitat:

```
qqnorm(resid)  
qqline(resid,col=2)
```



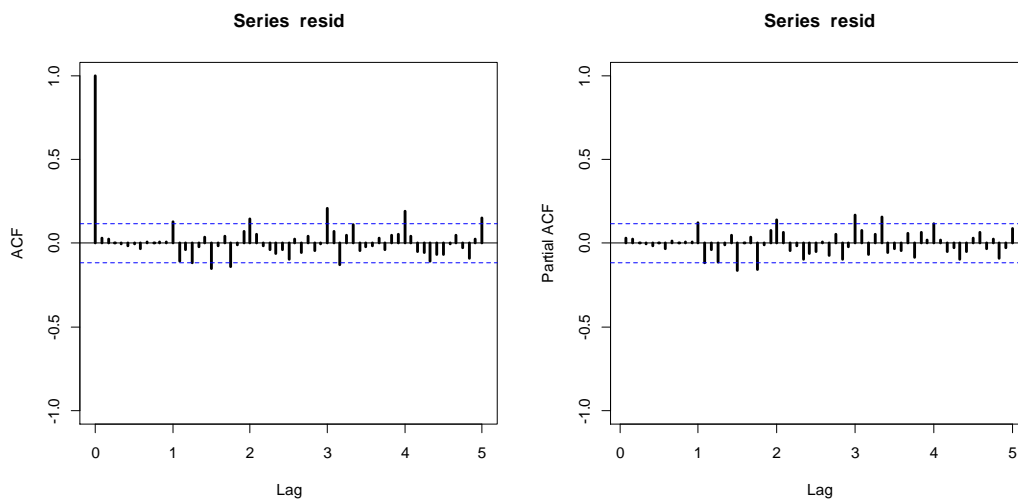
Histograma:

```
hist(resid,breaks=10,ylim=c(0,12),freq=F)  
curve(dnorm(x,mean=mean(resid),sd=sd(resid)),col=2,add=T)
```



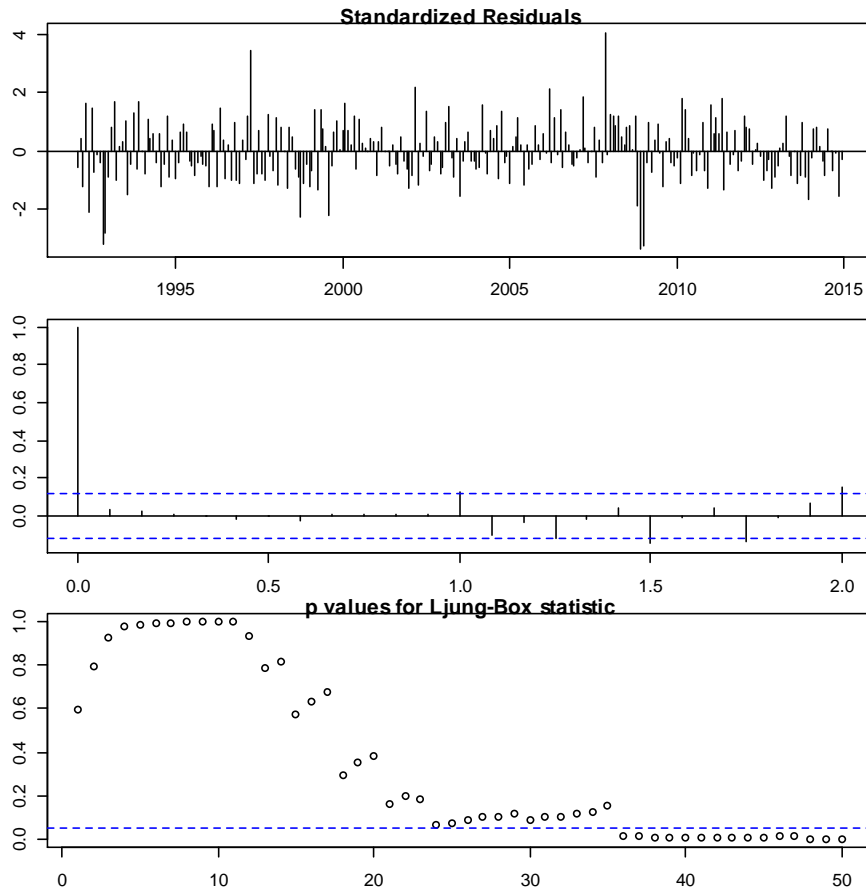
ACF i PACF dels residus per verificar la independència i la presència de dades atípiques:

```
acf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)  
win.graph()  
pacf(resid,ylim=c(-1,1),lag.max=60,lwd=3)
```



Diagnòstic dels residus. Test de Ljung-Box:

```
par(mar=c(2,2,1,1))  
tsdiag(mod,gof.lag=72)
```



Expressió del model com un MA infinit. Pesos ψ .

```
ARMAtoMA(ar=model$phi,ma=model$theta,lag.max=36)
```

psi 1	psi 2	psi 3	psi 4	psi 5
-3.218420e-01	-6.959436e-02	-7.930568e-02	-9.958855e-02	1.024583e-01
psi 6	psi 7	psi 8	psi 9	psi 10
-7.460364e-02	-3.726216e-02	-4.186107e-02	-4.553152e-02	-8.631300e-02
psi 11	psi 12	psi 13	psi 14	psi 15
-1.389525e-02	1.092608e-01	2.531631e-02	2.645517e-02	-1.054923e-02
psi 16	psi 17	psi 18	psi 19	psi 20
-5.002827e-03	3.022132e-02	6.726355e-03	6.759881e-03	4.616822e-05
psi 21	psi 22	psi 23	psi 24	psi 25
-9.538568e-03	-2.225425e-02	-1.667945e-02	5.642813e-05	2.297252e-03
psi 26	psi 27	psi 28	psi 29	psi 30
3.880458e-03	-3.754595e-03	-2.898343e-03	3.168785e-03	3.562482e-03
psi 31	psi 32	psi 33	psi 34	psi 35
5.237362e-03	4.531566e-03	2.460528e-03	-7.922019e-04	-2.349040e-03
psi 36				
-1.389621e-03				

Expressió del model con un AR infinit. Pesos π .

```
-ARMAtoMA(ar=-model$theta,ma=-model$phi,lag.max=36)
```

pi 1	pi 2	pi 3	pi 4	pi 5	pi 6
-0.32184202	-0.17317665	-0.15743960	-0.18783524	-0.01473752	-0.08917594
pi 7	pi 8	pi 9	pi 10	pi 11	pi 12
-0.10383116	-0.11014059	-0.10917117	-0.18650240	-0.14180897	0.00000000
pi 13	pi 14	pi 15	pi 16	pi 17	pi 18
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
pi 19	pi 20	pi 21	pi 22	pi 23	pi 24
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
pi 25	pi 26	pi 27	pi 28	pi 29	pi 30
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000
pi 31	pi 32	pi 33	pi 34	pi 35	pi 36
0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000	0.00000000

Estacionarietat i invertibilitat:

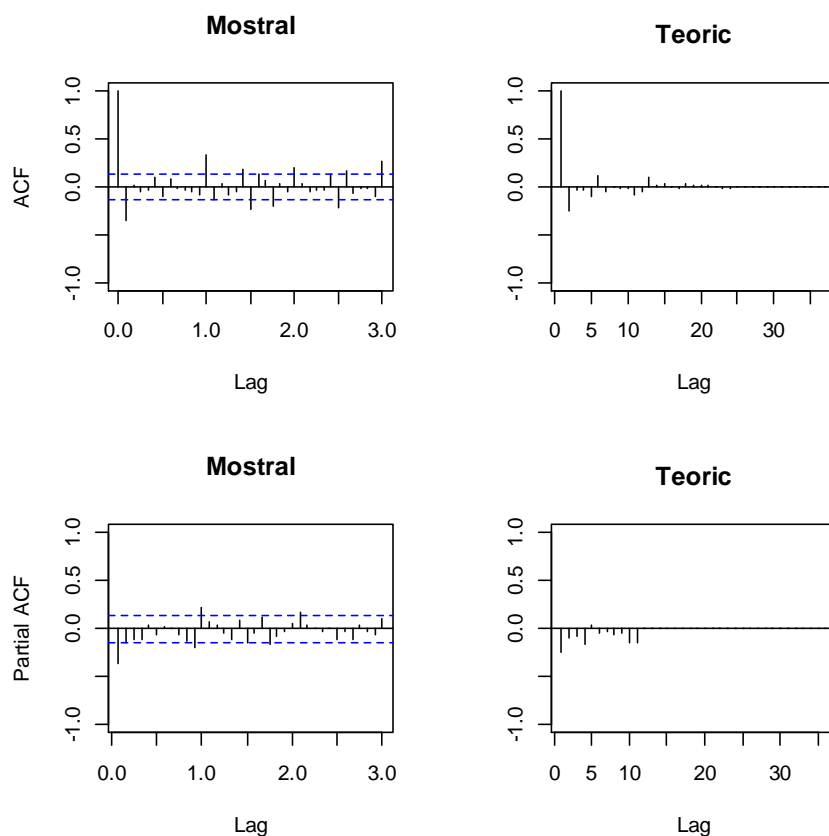
```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,-model$model$phi))))  
[1] 1.143285 1.219679 1.220573 1.126861 1.180895 1.220573 1.180895 1.126861  
[9] 1.143285 1.219679 1.374694
```

```
print(Mod(polyroot(c(1,model$model$theta))))  
numeric(0)
```

Comparació ACF i PACF mostrals i del model estimat:

```
par(mfrow=c(2,2))  
acf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)  
pacf(dades,ylim=c(-1,1),lag.max=36,main="Mostral")  
plot(ARMAacf(model$model$phi,model$model$theta,lag.max=36,pacf=T),ylim=c(-1,1),type="h",xlab="Lag",ylab="",main="Teoric")  
abline(h=0)
```



Reserva de les darreres 12 dades:

```
lnapb2=window(lnapb,end=c(2013,12))
lnapb2.lin=window(lnapb.lin,end=c(2013,12))
```

Estabilitat:

```
mod.lin=arima(d1lnapb.lin,order=c(11,0,0))
mod.lin

mod2.lin=arima(d1lnapb2.lin,order=c(11,0,0))
mod2.lin
```

```
Call:
arima(x = d1lnapv.lin, order = c(11, 0, 0))
```

```
Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ar5      ar6      ar7      ar8
-0.3218 -0.1732 -0.1574 -0.1878 -0.0147 -0.0892 -0.1038 -0.1101
s.e.    0.0599  0.0620  0.0626  0.0630  0.0642  0.0638  0.0642  0.0634
      ar9      ar10     ar11  intercept
-0.1092 -0.1865 -0.1418      0.0040
s.e.    0.0632  0.0641  0.0627      0.0016
```

```
sigma^2 estimated as 0.004835: log likelihood = 342.57, aic = -659.13
```

```

Call:
arima(x = d1lnapv2.lin, order = c(11, 0, 0))

Coefficients:
      ar1      ar2      ar3      ar4      ar5      ar6      ar7      ar8
-0.3239 -0.1660 -0.1460 -0.1797 -0.0205 -0.0895 -0.0950 -0.0943
s.e.    0.0615  0.0637  0.0643  0.0646  0.0660  0.0654  0.0659  0.0651
      ar9      ar10     ar11  intercept
-0.1071 -0.1897 -0.1471      0.0041
s.e.    0.0649  0.0660  0.0645      0.0017

sigma^2 estimated as 0.004949:  log likelihood = 324.54, aic = -623.08

```

Capacitat de previsió:

```

pred1=predict(mod2,n.ahead=12)

#Previsions (existeix un atípic de tipus "LS").

pr<-ts(c(lnapb[length(lnapb2)],pred1$pred),start=c(2013,12),freq=12)
se<-ts(c(0,pred1$se),start=c(2013,12),freq=12)

#Intervals.

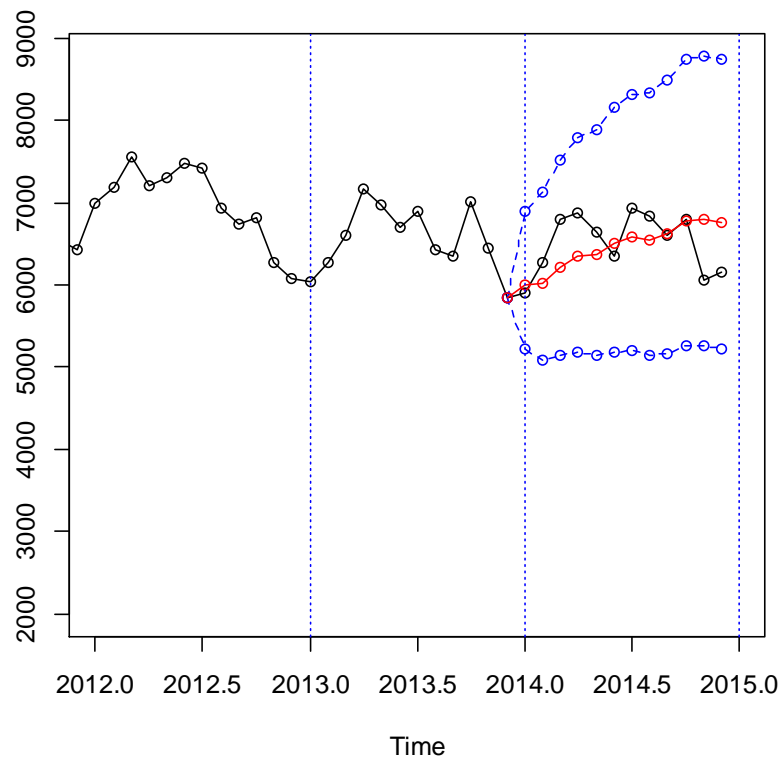
tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2013,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2013,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2012,2015),type="o")
abline(v=2011+0:4,lty=3,col=4)

resul=window(cbind(tl,pr,tu,apb,error=apb-pr),start=c(2014,1))
resul

obs<-resul[,4]
prev<- resul[,2]
mod.EQM<-sum(((obs-prev)/obs)^2)
mod.EQM
mod.EAM<-sum(abs((obs-prev)/obs))
mod.EAM

```

	tl	pr	tu	apb	error
Jan 2014	5231.232	6010.240	6905.254	5908	-102.24000
Feb 2014	5082.179	6016.119	7121.686	6273	256.88129
Mar 2014	5152.240	6224.414	7519.706	6793	568.58615
Apr 2014	5186.820	6361.609	7802.483	6878	516.39076
May 2014	5153.618	6379.698	7897.470	6644	264.30249
Jun 2014	5191.710	6506.374	8153.942	6350	-156.37384
Jul 2014	5208.348	6582.893	8320.197	6930	347.10697
Aug 2014	5148.019	6553.331	8342.265	6847	293.66941
Sep 2014	5170.416	6624.236	8486.843	6614	-10.23622
Oct 2014	5271.513	6787.124	8738.488	6807	19.87580
Nov 2014	5271.121	6804.107	8782.928	6064	-740.10737
Dec 2014	5223.735	6757.207	8740.842	6152	-605.20689

```

> mod.EQM<- sum(((obs-prev)/obs)^2)
> mod.EQM
[1] 0.04574119
> mod.EAM<- sum(abs((obs-prev)/obs))
> mod.EAM
[1] 0.5993129

```

Previsió a llarg termini:

```

pred1=predict(mod,n.ahead=12)

pr<-ts(c(lnapb[length(lnapb)],pred1$pred),start=c(2014,12),freq=12)
se<-ts(c(0,pred1$se),start=c(2014,12),freq=12)

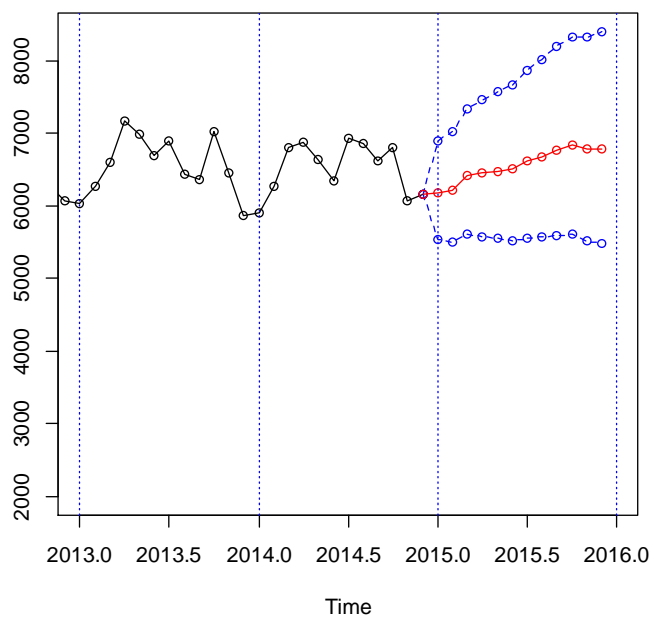
#Intervals.

tl<-ts(exp(pr-1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
tu<-ts(exp(pr+1.96*se),start=c(2014,12),freq=12)
pr<-ts(exp(pr),start=c(2014,12),freq=12)

ts.plot(apb,tl,tu,pr,lty=c(1,2,2,1),col=c(1,4,4,2),xlim=c(2013,2016),type="o")
abline(v=2013+0:5,lty=3,col=4)

previs=window(cbind(tl,pr,tu),start=c(2015,1))
previs

```



		tl	pr	tu
Jan	2015	5536.533	6181.163	6900.849
Feb	2015	5494.316	6213.813	7027.531
Mar	2015	5604.832	6413.331	7338.456
Apr	2015	5572.882	6445.711	7455.245
May	2015	5544.471	6477.374	7567.246
Jun	2015	5512.889	6501.335	7667.006
Jul	2015	5554.629	6609.096	7863.738
Aug	2015	5566.152	6679.092	8014.562
Sep	2015	5597.558	6771.316	8191.201
Oct	2015	5605.532	6833.768	8331.124
Nov	2015	5522.299	6782.740	8330.871
Dec	2015	5484.554	6785.078	8393.987

Model escollit amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(11,1,0)$$

S'han de considerar els paràmetres significatius

Call:

```
arima(x = dllnapb.lin, order = c(11, 0, 0), fixed = c(NA, NA, NA, NA, 0, 0, 0, 0, 0, NA, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8	ar9	ar10
	-0.2965	-0.1599	-0.1238	-0.1632	0	0	0	0	0	-0.1304
s.e.	0.0593	0.0612	0.0610	0.0593	0	0	0	0	0	0.0609
	ar11	intercept								
	-0.1080	0.0039								
s.e.	0.0613	0.0022								

sigma^2 estimated as 0.005019: log likelihood = 337.55, **aic = -659.11**

A la vista d'aquests resultats, s'ha de canviar de model i treballar amb un AR(10) que donarà el següent resultat:

Call:

```
arima(x = dllnapb.lin, order = c(10, 0, 0))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8
	-0.2874	-0.1683	-0.1353	-0.1773	-0.0065	-0.1001	-0.0829	-0.0856
s.e.	0.0598	0.0622	0.0630	0.0633	0.0644	0.0642	0.0637	0.0634
	ar9	ar10	intercept					
	-0.0709	-0.1415	0.0039					
s.e.	0.0625	0.0619	0.0019					

sigma^2 estimated as 0.00499: log likelihood = 338.36, **aic = -652.73**

Considerant només els paràmetres significatius, el model queda de la següent manera:

Call:

```
arima(x = dllnapb.lin, order = c(10, 0, 0), fixed = c(NA, NA, NA, NA, 0, 0, 0, 0, 0, NA, NA))
```

Coefficients:

	ar1	ar2	ar3	ar4	ar5	ar6	ar7	ar8	ar9	ar10
	-0.2845	-0.1535	-0.1193	-0.1580	0	0	0	0	0	-0.1053
s.e.	0.0592	0.0614	0.0613	0.0597	0	0	0	0	0	0.0596
intercept										
	0.0038									
s.e.	0.0024									

sigma^2 estimated as 0.005078: log likelihood = 336.01, aic = -658.03

$$X_t \sim \text{ARIMA}(10,1,0)$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^5 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)\log X_{lin_t} - 0.0038$$

$$(1 + 0.2845B + 0.1535B^2 + 0.1193B^3 + 0.1580B^4 + 0.1053B^{10})W_{lin_t} = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.05078)$$

Es pot considerar aquest model com a vàlid tot i que alguns paràmetre queden situats en la frontera per ésser estimats com a paràmetres significatius.

4. Discussió dels plans estratègics i de l'anàlisi Box-Jenkins.

Aquest capítol ha de portar aquesta tesi doctoral a les portes d'unes conclusions com a resultat d'un procés de discussió basat en els dos àmbits d'estudi principal que fins ara s'han posat sobradament de manifest i s'ha explicat tant des d'un punt de vista teòric com des d'un punt de vista pràctic:

1. Plans estratègics des del punt de vista de conceptes bàsics inicials: missió, visió, valors, compromisos. Per aquest motiu s'han plantejat les teories que s'utilitzen per a fer la definició dels conceptes inicials d'un pla estratègic i s'han explicat quina aplicació n'han fet els ports objecte d'estudi.
2. Plans estratègics des del punt de vista d'un dels objectius estratègics fonamentals: el tràfic portuari com a indicador de l'evolució del port en general i de la tasca feta per l'autoritat portuària en particular en el desenvolupament del seu pla estratègic i de les estratègies corporatives associades. Per desenvolupar aquest aspecte s'han utilitzat les metodologies Box-Jenkins per a l'estudi del tràfic portuari considerat com una sèrie temporal de dades agafades mensualment, per poder observar quins són els models que se'n deriven i a quines conclusions hi ha la possibilitat d'arribar en observar els diferents resultats obtinguts.

S'ha de posar de manifest que no s'entrarà en detall a valorar el camí a realitzar per cada autoritat portuària per passar a les idees inicials del seu pla estratègic a passar a assolir objectius definitoris com és el que marca els valors numèrics del tràfic portuari.

És objectiu d'aquesta tesi doctoral investigar la relació entre les idees inicials dels plans estratègics de les autoritats portuàries que especifiquen qui són, com es defineixen, on són, quina és la seva realitat i el seu entorn, quina pretén ser la seva relació amb aquest entorn, quines són les seves voluntats i quins són els seus valors que volen transmetre internament, però també, externament i quina percepció i valoració en fa d'aquestes idees als agents externs de la comunitat portuària en particular i l'opinió pública en general.

Aquest objectiu ha de ser la base per assolir l'objectiu definitiu de la tesi doctoral: que no es altra que mitjançant la comparació entre ports de la Unió Europea amb realitats diferents com poder ser ports de la banda mediterrània per una banda i ports de la banda atlàntica per l'altra,

ports de major dimensions i tamany i ports de menor dimensions i tamany, i d'altres possibles consideracions, poder definir de manera objectiva la importància dels ports de Catalunya, concretament, en aquesta tesi es parlaria dels ports de Barcelona i Tarragona, pel desenvolupament de les potencialitats del país.

Observar en base a la discussió les diferències que es poden posar de manifest entre les diferents autoritats portuàries i poder arribar a discernir quines d'aquestes diferències són positives i quines són negatives, quines aporten valor i quines són tòxiques.

Especificar la importància dels ports en el desenvolupament d'un territori és important, però seria extremadament positiu poder fer aportacions que posin de manifest una possible generació de valor dels ports catalans en base a les seves particularitats com a possible element de millora de la resta de ports europeus.

4.1. Comparativa entre plans estratègics:

La comparativa entre plans estratègics de diferents organitzacions de diferents sectors pot ésser molt complicada de fer; la discussió que es pot generar pot ser eterna i pot ésser molt complicat arribar a conclusions, però en el cas que tracta aquesta tesi doctoral, aquesta comparativa es pot desenvolupar de forma més senzilla, fins i tot de forma natural, doncs, durant aquest procés de discussió de la informació que afecta als conceptes inicials dels plans estratègics de les diferents autoritats portuàries considerades, així com la discussió dels models ARIMA obtinguts en base al tractament de les dades de tràfic portuari es pot considerar que el nivell d'objectivitat pot ser extremadament alt.

Aquesta objectivitat, la seva recerca ha estat, en tot moment, un dels fars que ha il·luminat el desenvolupament d'aquesta tesi doctoral, per assolir en aquest procés de discussió una situació que permetés definir un conjunt de conclusions que pugui ser útils als ports catalans, però també a d'altres ports de la geografia catalana, i pugui arribar a tenir-se en compte per d'altres ports de l'Estat Espanyol i de la Unió Europea.

Per tant, discutint concepte a concepte entre els diferents ports estudiats es poden extreure conclusions interessants que poden portar a tenir una visió global de la situació portuària a Catalunya, a l'Estat Espanyol i a la Unió Europea des d'un punt de vista dels seus conceptes estratègics inicials, tenint en compte els seus punts en comú i les seves diferències com a

elements d'estudi que permetin assolir resultats en benefici de totes les autoritats portuàries estudiades.

La missió:

La missió com a element de definició del motiu principal, bàsic i essencial de l'existència del port, de la comunitat portuària i de l'autoritat portuària ha de permetre tenir una idea exacte de l'estudi exhaustiu de la realitat i de l'entorn que afecta el port i la seva autoritat portuària. Com aquests s'enfronten a aquesta realitat, quina és la seva filosofia de vida per assolir un gran nivell d'interacció positiva entre la realitat que afecta al port i als seus agents externs i quina és la manera d'enfrontar-se a aquesta realitat cercant sempre la necessitat de tenir en compte la filosofia win-win, on totes les parts implicades, per responsabilitat de tothom, siguin capaces de sortir guanyant.

Cal demostrar en l'actualitat la necessitat que l'efecte de l'autoritat portuària, de la comunitat portuària i del port sigui part de la solució per a la societat en el seu desenvolupament i que la seva afectació en un estatus superior com és el del bé comú, aquests tres actors que es poden considerar com una sola entitat sumen de forma evident i objectiva en el desenvolupament del país i de la seva àrea d'influència.

No seria acceptable en l'actualitat que aquests tres actors considerats com una sola entitat representessin un ens generador de problemes amb unes actituds tòxiques envers el seu entorn, definint entorn i realitat des de diferents punts de vista: econòmic, social, mediambiental, que emparant-se en velles maneres d'entendre la forma de ser i de pensar dels ports consideressin la possibilitat i la necessitat de treballar des d'un punt de vista d'un comportament propi d'un monopoli o d'un oligopoli.

Afortunadament la tasca portada a terme per les autoritats portuàries fa que s'hagi fugit d'aquestes situacions i que es porti a terme la pressió moral i legal adequada per assolir que les empreses de la comunitat portuària entenguin que la seva realitat ha canviat i que el seu és un món competitiu on els diferents ports, dins d'una sana competència, poden perdre o aconseguir nous clients en base a la definició integral del seu pla estratègic, essent aquesta una eina molt potent que ha d'estar perfectament inserida en la realitat global que afecta al port tant internament com externament.

Començant per la missió definida pels ports objecte d'estudi principal per part d'aquesta tesi doctoral com són Barcelona i Tarragona, ambdues autoritats portuàries fan referència a diferents

aspectes com a bàsics en la explicitació de la definició d'aquesta missió i de les seves conseqüències:

1. Contribució al desenvolupament econòmic i social de l'entorn.
2. Assolir aquest desenvolupament de forma sostenible amb l'entorn.
3. Considerar la sostenibilitat des de diferents punts de vista:
 - a. Afectació social.
 - b. Respecte mediambiental.
4. Ajudar, participar, fomentar al desenvolupament dels clients actuals.
5. Ajudar, participar i fomentar la competitivitat dels clients actuals.
6. Utilitzar aquesta ajuda al desenvolupament i la competitivitat dels clients actuals com a eina estratègica per assolir nous clients i conservar els actuals.
7. Assolir una millora de la competitivitat mitjançant una participació activa en la modernització i adequació de les infraestructures portuàries considerades com a obra pública i privada i considerades com a elements industrials: per exemple, maquinària per agilitzar la càrrega i la descàrrega de les diferents mercaderies de la manera més àgil i ràpida, al menor cost tant per les empreses estibadores com pels clients i cercant un nivell d'eficiència i eficàcia que permeti que aquestes mercaderies no pateixin danys durant la seva manipulació.
8. Millora de la competitivitat generant un desenvolupament respectuós amb el medi ambient amb garanties de seguretat pública i de prevenció de riscos laborals, portant a terme una tasca d'optimització i de rendibilitat dels seus recursos tant públics com d'iniciativa privada.
9. Respondre a les necessitats dels clients integrant el concepte d'intermodalitat: transport marítim, manipulació de càrrega o descàrrega, distribució terrestre i serveis logístics d'emmagatzematge per permetin oferir serveis de just in time.
10. El serveis que presti el port en general i l'autoritat portuària en particular han de portar inserit el concepte de generació de valor afegit. En l'actualitat cap organització es pot

permetre ni tolerar accions o feines o processos que no generin valor afegit per l'organització i pel seus clients. Els clients estan disposats a pagar pel servei que reben i pel valor afegit que aquest servei els proporciona.

11. El serveis que ofereixi l'autoritat portuària i les empreses de la comunitat portuària han de ser fiables i generar confiança en els clients i en la societat. Aquest plantejament pot ser utilitzat com a arma estratègica de venda de les bondats del port i de les seves empreses a futurs clients potencials.
12. L'autoritat portuària ha de tenir un actitud de lideratge dins de l'àmbit de la comunitat portuària que signifiqui una cohesió interna de la mateixa. Aquesta cohesió ha d'anar en benefici de la mateixa comunitat portuària però també ha de redundar en un benefici clar, manifest i objectivable per l'entorn social del port des d'un punt de vista del territori, de les seves empreses i institucions i de la ciutadania: de la gent que habita aquest territori.
13. Tenir cura de la formació i de la realització professional del capital humà com a element d'inversió constant en assumptes que signifiquin una millora a curt o mitjà termini en el desenvolupament professional de les plantilles de les diferents entitats implicades en el port: ja sigui autoritat portuària o empreses que desenvolupen la seva activitat dins del port. No es pot considerar aquesta inversió com una despesa que només s'utilitzi com a element propagandístic dins del mercat.
14. L'autoritat portuària i la comunitat portuària hauran de portar a terme una feina de recerca de la complicitat del client, orientant les seves activitats a la recerca constant i continua de la satisfacció de les seves necessitats.
15. Fer una recerca de l'eficiència operativa tenint en compte que si els diferents elements de la comunitat portuària, cadascú dins de les seves possibilitats, treballen de forma conjunta es poden assolir objectius comuns que signifiquin una millora per tots els actors implicats.
16. L'autoritat portuària ha de liderar i fomentar la cooperació entre tots els actors implicats en el desenvolupament de l'activitat portuària com a element de millora a tenir en compte per assolir objectius a curt, mitjà i llarga termini que marquin positivament l'esdevenir del port i de la seva comunitat portuària.
17. La qualitat i la seva derivada natural: l'excel·lència en els serveis proporcionats pel port, s'han de considerar a tots els nivells i d'una manera integrada com un dels

elements claus en l'aplicació posterior de la missió d'un pla estratègic, sigui quin sigui, el sector on s'aplica.

18. La qualitat porta implícita un altra derivada d'obligat compliment: la innovació i la implantació de la millora continua, per exemple: mitjançant eines ben fàcils d'aplicar i senzilles de mantenir com poder ser els cicles PDCA o cicles de Deming, els quals s'han ja esmentat en la definició teòrica del plans estratègics feta en el capítol 1 d'aquesta tesi doctoral.

D'aquests punts sorgeix un element de crítica fruit de l'aplicació dels criteris de qualitat actuals marcats i perfectament definits en normatives com són la ISO 9001: 2008 i la ISO 9001:2105 d'aplicació ja immediata com a substitut de la primera.

En els darrers anys, s'està fent un especial èmfasi en la necessitat que les organitzacions situïn el client en el centre de totes les seves actuacions i en la definició dels seus processos estratègics, operatius i de suport. Aquesta és una tasca que les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona estan portant a temps de forma intensa i exemplar i estan promovent que tots els actors de les comunitats portuàries actuïn de la mateixa manera, però s'observa la necessitat d'explicitar de forma evident la necessitat de satisfer les necessitats dels clients, com ja es fa, afegint la necessitat de treballar de forma intensa per assolir noves fites que permetin superar les necessitats expressades dels clients.

L'idea de superar les expectatives dels clients i la necessitat empresarial de tenir molt present aquesta situació es justifica de la següent manera:

1. Sobrepassant les expectatives dels clients s'aconsegueix una fidelització dels clients actuals.
2. Noves expectatives porten a la possibilitat real de nous clients amb les perspectives de creixement econòmic que aquest fet comporta.
3. Un autoritat portuària en particular i les empreses del seu port han d'entendre que si no porten a terme investigació i desenvolupament de nous serveis considerant, també, una millora dels serveis actuals, poden donar per segur que una altra autoritat portuària i les seves empreses sí que ho faran, doncs, amb la realitat actual de competència les autoritats portuàries han de tenir un actitud proactiva en la recerca de noves possibilitats, de nous nínxols de mercats, que si no són ocupats per uns seran ocupats

per uns altres amb l'avantatge competitiu que aquest fet significa a curt, mitjà i llarg termini.

4. No tenir en compte aquesta idea força implicarà la pèrdua de clients actuals i la impossibilitat de generar nous clients.

Seguint tenint en compte les normatives de qualitat aplicades pels ports de Barcelona i Tarragona, cal fer esment de la necessitat de considerar els riscos als quals està sotmesa una organització. Aquests riscos es poden considerar en negatiu i en positiu.

L'anàlisi constant i amb idea de millora continua de la matriu del Boston Consulting Group per no perdre en cap moment de vista la realitat que afecta a l'organització ha de permetre portar a terme una anàlisi de riscos que poden conduir a situacions diverses.

Es pot fer front a situacions on no veure els riscos pot significar la desaparició de l'organització i es pot fer front a situacions on no veure els riscos signifiqui deixar passar oportunitats de millora evidents que puguin representar una nova situació de l'organització potencialment beneficiosa dins del seu mercat.

En la nova norma ISO 9001:2015 es fa una referència molt clara a l'anàlisi de riscos per part de les organitzacions donant un conjunt de pautes que han de ser guia per poder fer aquesta anàlisi de forma el més acurada possible. Fins i tot, s'ha definit una norma al marge de la ISO 9001: 2015 com és la ISO 31000, per poder portar a terme una gestió dels riscos entesos com a amenaces que pugui implicar un aprofitament en positiu d'aquests riscos per millorar la situació de l'organització.

Per tant, superació de les expectatives dels clients mitjançant investigació, innovació i desenvolupament i gestió dels riscos potencials considerats com a amenaces, han d'ésser considerats també en les bases de qualsevol definició d'un pla estratègic. A data d'avui seria necessari ser més precís en el desenvolupament d'aquests conceptes que tenen una potencia estratègica fora de tot dubte.

El primer aspecte permet avançar a la competència en nous serveis i millora dels actuals, mentre que el segon aspecte dóna la possibilitat de convertir amenaces globals en possibles oportunitats; d'aquest plantejament es desprèn la necessitat d'actuar de forma proactiva com la millora situació per afrontar els reptes del futur.

Cal tenir eines de previsió: intel·lectuals, de gestió i estadístiques que permetin tenir la millor informació per poder fer aquestes previsions i portar a terme les accions necessàries per aconseguir que la realitat futura sigui beneficiosa per l'organització i pel seu entorn. Provocant al mateix temps que la comunitat portuària i el seu entorn territorial i social prenguin consciència de la feina proactiva portada a terme pel port i per la seva autoritat portuària com un element catalitzador i dinamitzador de la realitat social i econòmica del territori que envolt el port.

Analitzant comparativament els ports estudiats sobre els que s'ha aconseguit informació sobre la definició de la seva missió es poden fer les següents afirmacions:

1. Els ports de València, Algesires, Bilbao, Pasajes, Ghent i Anvers fan tots una referència expressa a la necessitat d'afavorir la competitivitat del port i de la seva àrea d'influència territorial, amb la voluntat de considerar aquesta àrea d'influència tant gran com sigui possible en benefici mutu: del port i de la comunitat portuària i d'aquesta àrea territorial des del punt de vista social i econòmic.
2. Dins de l'àmbit de la competitivitat i l'afectació que aquesta competitivitat ha de tenir sobre el port, la comunitat portuària i la seva àrea de influència, alguns dels ports esmentats fan èmfasi en la necessitat de parlar de creixement i prosperitat, que donades les circumstàncies econòmiques i socials dels darrers anys són dos conceptes a tenir en compte i a transmetre a la comunitat portuària i a l'opinió pública en general, ja sigui la més propera dins de la seva àrea d'influència com una opinió pública de caràcter molt més general.
3. La sostenibilitat des del punt de vista social, econòmic i mediambiental, per assolir un equilibri entre l'existència dels ports i del territori que els envolta; considerant específicament la necessitat d'assolir aquest equilibri tenint en compte la connexió de l'àmbit portuari amb el medi marí i que aquest medi ha de gaudir d'una protecció i d'un tracte especial des del punt de vista ecològic.
4. La qualitat com un dels pilars de la seva missió. Només cal recordar que qualsevol sistema de qualitat que es vulgui implantar en qualsevol empresa, organització, entitat o institució, el primer que ha de formalitzar és un pla estratègic propi amb totes les característiques teòriques i pràctiques explicitades en el capítol 1.

5. Els ports de l'Estat Espanyol tendeixen a un plantejament que fa un esment especial de les obres públiques que tant l'autoritat portuària com les administracions porten a terme en l'àmbit portuari, destacant la importància i necessitat d'aquestes obres. A nivell dels ports estudiats de la Unió Europea només els ports italians i el de Bremen que aquesta mateixa tendència. Les obres públiques han de tenir una necessitat objectivament demostrada i no ésser una finalitat en elles mateixes, doncs aquest plantejament s'ha demostrat clarament generador d'ineficiències i de situacions de difícil i molt cara solució en el darrers anys.
6. En alguns casos els ports de l'Estat Espanyol tenen també una tendència natural a parlar de tarifes i sistemes tarifaris, que no poden ésser menystinguts, però que pot mostrar que en alguns casos es treballa més per preu que per qualitat. Aquesta també és una tendència habitual en ports italians. Els clients han de veure la bondat de la qualitat dels serveis que ofereix el port i la seva autoritat portuària, han de ser conscients de la recerca de l'excel·lència a la que tants esforços dedica la comunitat portuària i en base a la transmissió al clients d'aquestes prestacions, s'ha de transmetre al mateix temps la necessitat de pagar un preu just. Cal considerar que primer s'ha de parlar i especificar el que s'ofereix i després s'ha de veure quin és el seu preu i el valor transmès en forma de valor afegit. Una altra visió d'aquest aspecte de la realitat seria tornar a realitats antigues i que s'haurien de considerar perfectament superades.
7. Els ports estudiats de la Unió Europea, situats a la zona centre i nord, dins de la seva missió tenen una tendència més marcada a parlar de perseguir situacions que permetin l'oportunitat de desenvolupament de noves opcions de negoci, tenint en compte d'aprofitar les instal·lacions, però sense voler fer primer i abans que tot obres de caràcter important, cares i que una vegada presa la decisió és molt difícil de corregir en cas d'errada.
8. Aquests mateixos ports de la zona centre i nord d'Europa fan un esment especial de la necessitat que l'autoritat portuària, el port i la comunitat portuària han de tenir un plantejament friendly de la seva existència, tant interiorment com exteriorment. Aquest darrer aspecte és particularment interessant doncs dóna una imatge molt potent a clients i ciutadania sobre què és el port.
9. A nivell de Catalunya i de la zona sud d'Europa es fa més èmfasi en la responsabilitat social corporativa que en una imatge friendly del port i de la seva autoritat portuària.

10. La generació de valor afegit en el pas de la mercaderia pels ports com un element estratègic essencial que permeti ésser usat com a eina de venda de l'autoritat portuària i del seu port, podent-se comprovar aquesta situació de forma fefaent i objectiva com a element generador de confiança dins dels clients actuals i potencials de futur.
11. Com s'ha pogut comprovar no tots els ports en general i les autoritats portuàries en particular tenen assimilada la necessitat objectiva que la transparència informativa i comunicativa sigui una part fonamental del seu ADN fundacional. Aquest fet és bàsic quan es defineix quina és la raó fonamental d'existència del port i de l'autoritat portuària, però es pot veure que en la definició d'altres elements posteriors estratègics tampoc aquesta situació de transparència sigui un element central de la política comunicativa.
12. S'observa també que cadascun dels ports interpel·lats, dins de les seves possibilitats de tamany i de potencialitat a curt, mitjà o llarg termini, concedeixen una importància cabdal al concepte d'intermodalitat i al desenvolupament d'aquesta idea com a element no ja de futur si no de present. La consideració dels ports com a node de transport ja és una realitat immutable, però el desenvolupament d'aquesta idea força no sempre ha estat ni és evident.
13. El desenvolupament de la tecnologia al servei de l'operativa portuària és un fet que es dona per descomptat en tots els ports de forma més o menys explícita; l'altra qüestió a tenir en compte és la inversió i la millora continua en aquest aspecte no com una finalitat en si mateixa si no com una eina de present i de futur per desenvolupar els objectius estratègics que es determinin, i que seran l'aplicació pràctica de la missió bàsica del port, de l'autoritat portuària i de la comunitat que interactua cada dia amb les instal·lacions del port ja siguin físiques o digitals.
14. Molt pocs parlen de la necessitat de participar d'una política europea comuna que permeti treballar de forma cohesionada en benefici dels mateixos ports afectats i de les poblacions respectives. En aquest punt s'observa que la feina a fer des de la Unió Europea encara és molt important, que molts països treballen en funció de les necessitats dels seus ports i no d'una globalitat superior que pugui ser beneficiosa per totes les parts implicades.
15. Molt pocs parlen de la necessitat de cercar la màxima implicació amb el seu hinterland real i potencial i de la necessitat de desenvolupament de les vies de transport que poden facilitar aquestes connexions. En aquest aspecte els ports de Barcelona i Tarragona

expliciten molt clarament aquesta necessitat si es vol cercar el desenvolupaments dels ports i dels seus entorns.

Els punts especificats permeten veure que hi ha situacions dels ports de l'Estat Espanyol i de la Unió Europea que són comuns als ports de Barcelona i Tarragona, mentre que hi ha elements on els ports catalans van per davant i d'altres on els ports del centre i del nord d'Europa tenen un plantejament diferent.

S'observa també la necessitat de tenir una definició de la missió que especifiqui l'existència d'una realitat europea que ha de portar més beneficis i avantatges dels que avui en dia sembla reportar. En aquest aspecte pot quedar molt feina a fer i és una realitat que cal desenvolupar en el futur de forma sistemàtica.

La visió:

S'ha explicitat la visió d'una organització com la definició d'allò que es vol ser i aquesta visió emana de la definició de missió sempre tenint en compte els valors que vol transmetre dita organització, valors que es comentaran i compararan posteriorment.

Partint d'aquesta base s'han explicitat en el capítol 2 les visions dels diferents ports estudiats; però començant pels ports catalans dels quals es vol demostrar la seva implicació en el desenvolupament del territori, es poden especificar tot un conjunt d'elements en comú en el moment de definir la visió de l'autoritat portuària:

1. Lideratge dels ports dins de la Mediterrània, encara que cadascun dels ports dins dels àmbits de negoci que avui en dia tenen definits. En el cas de Barcelona el treball és més intens en contenidors mentre que en el cas de Tarragona la feina està més dirigida cap a granel sòlids i líquids.
2. Lideratge dels ports dins de la Mediterrània des del punt de vista de porta d'entrada i sortida i solució logística i com a pol d'atracció de noves oportunitats de negoci per assolir un grau de creixement estratègicament especificat que redundi en una afectació positiva del creixement del territori.
3. Intermodalitat, essent punts de referència en aquest aspecte, així com plataforma de distribució logística.

4. Implícitament o explícita, hi ha una necessitat de situar els ports de Barcelona i Tarragona dins del focus principal que ajudi a crear riquesa dins del seu territori, considerant aquest territori com a Catalunya o com a territoris catalans i adjacents que puguin ésser susceptibles de gaudir de la influència d'aquestes dues autoritats portuàries i de les seves realitats particulars.

Des d'un punt de vista pràctic, la definició de la missió necessita de més literatura que la definició de la visió en el cas dels ports catalans. És més fàcil d'explicar en poques paraules la raó de l'existència, que explicitar la definició d'allò que es vol ser, tot i que les conseqüències i les conclusions que es poden extreure d'analitzar la missió són més importants en quantitat i qualitat que l'anàlisi de la visió.

Tant en la missió com en la visió el concepte de intermodalitat i de node de comunicació queda sempre present com un dels elements a tenir en compte, així com la necessitat de significar la importància de les instal·lacions portuàries en el creixement i desenvolupament de la seva àrea d'influència.

Analitzant en detall la definició de la visió dels ports de la Unió Europea que s'han de comparar amb els ports de Barcelona i Tarragona, es poden considerar els següents punts com a elements a desenvolupar:

1. Hi ha autoritats portuàries que consideren com a més efectiu definir la visió del que es vol ésser tenint en compte un elevat grau d'especialització, que es pot aguditzar tenint en compte el tamany del port, ja sigui aquest considerat com a tamany físic, de capacitat de treball o d'absorció de tràfic marítim.
2. La situació geogràfica també marca molt en el moment de definir què es vol ser i fins a on es vol arribar en la definició del pla estratègic. La realitat que porta als ports de la Mediterrània a considerar-se com la porta d'entrada de mercaderies a Europa, fa que molts entrin en competència directa, però en alguns casos també poden entrar en una funció de complementarietat. Ambdues funcions quedarien millor posicionades en el cas dels ports catalans i els de l'Estat Espanyol en el seva vessant mediterrània si es portés a terme de forma urgent imminent la construcció del corredor de la Mediterrània, obra que proporcionaria beneficis a tot l'est de la Península Ibèrica en contraposició als ports italians i grecs.

3. Dins de la visió també hi ha una clara afectació dels conceptes vinculats a la qualitat, considerant que les autoritats portuàries s'han de convertir en garants de la implantació de les normes de qualitat dins de les empreses vinculades a la comunitat portuària. Una autoritat portuària per la seva funció pública i privada s'ha de constituir en una eina de pedagogia per aquelles entitats i empreses que tinguin la necessitat de seguir ancorades en el passat treballant sense tenir en compte de forma seriosa preceptes de la implantació de sistemes de gestió de la qualitat. La força moral que té una autoritat portuària en molts aspectes, en especial en aquest, ha de treballar en benefici de la comunitat portuària i dels seus actors, encara que alguns d'ells tinguin problemes per veure la bondat de l'aplicació d'aquest sistema de qualitat esmentat.
4. L'ampliació del hinterland operatiu és un aspecte que ja es tenia en compte en la definició de la missió, però que en la visió s'ha de reforçar, per continuar treballant sobre aquest tema en la definició dels objectius estratègics com una manera que té el port de créixer i desenvolupar-se al màxim en el seu territori cercant l'ampliació del mateix tant com sigui possible.
5. Per a ports en desenvolupament menys avançat, s'utilitza la definició de la visió per traslladar una necessitat de transformació, recuperació i evolució del port i de les seves instal·lacions tant des d'un punt de vista físic com des d'un punt de vista d'ideologia empresarial. Aprofitant aquesta transformació, recuperació i evolució per portar a terme un benchmarking portuari agafant com a base d'altres intervencions fetes per d'altres autoritats portuàries no només a Europa si no també considerant d'altres països que tinguin la possibilitat de mostrar els seus avenços.
6. La visió no ha de perdre la seva funció de planificació ni el seu vessant econòmic, però és interessant considerar la necessitat d'explicitar el vessant social de l'autoritat portuària i de la seva comunitat en benefici de la societat més propera i de les organitzacions empresarials del seu territori. D'aquesta manera s'aconseguirà que les parts interessades (stakeholders), que ja es va dir en el capítol 1 que és una concepte que es podia definir de diferents maneres, doncs en funció de diferents paràmetres hi ha diverses parts interessades, tinguin el màxim de compromís en el desenvolupament de la missió, de la visió i dels valors i compromisos de l'autoritat portuària.
7. Integració dels ports en cadenes de subministrament generadores de valor afegit i integradores de la logística, la indústria i l'operativa portuària amb la idea que aquesta desenvolupament afecti de la manera més àmplia possible les cadenes de

subministrament del continent europeu i que aquesta afectació es porta terme amb el nivell d'eficiència més elevat possible.

8. Es pot considerar pretensions, però tenint en compte que s'està parlant de ports europeus, aquests han de tenir una visió global a nivell de continent, però també a nivell mundial, doncs en el seu entorn hi ha empreses, organitzacions i corporacions que tenen aquesta visió de la seva realitat geogràfica. Com a conseqüència s'ha de considerar que els serveis que s'ofereixin tinguin un valor de reconegut prestigi mundial
9. La visió igual que la missió ha de tenir una visibilitat clara en les idees força de l'organització. Les autoritats portuàries han de considerar també la visió tenint en compte criteris de pro activitat, on l'organització busqui avançar-se a possibles canvis en la realitat global o més propera del port, de la seva comunitat portuària i del seu territori del qual dita autoritat portuària creu sentir-se'n més responsable i d'aquesta manera ho comunica a l'opinió pública afectada. La ciutadania podrà percebre d'aquesta manera la implicació del port i de l'autoritat portuària no només en el seu esdevenir particular si no també en l'esdevenir dels seus territoris veïns.

Els valors:

Els valors de les organitzacions especifiquen quines són les creences de dites organitzacions amb la voluntat de transmetre aquestes creences al seu entorn i a la seva realitat interior i exterior. En el cas de les autoritats portuàries com a generadores de valors en la comunitat portuària i en l'entorn dels ports aquest és un fet especialment important donada la història de moltes instal·lacions portuàries i del seu passat. Un passat on el comportament propi d'un monopoli estatal era el més habitual amb totes les conseqüències que aquesta manera d'actuar i de treballar comportava.

Les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona s'han cuidat molt de transmetre a les seves comunitats portuàries quin són els seus valors, quines són les seves creences i quina interrelació esperen que generin aquests valors amb la seva realitat, tant a l'interior de les instal·lacions portuàries com a l'exterior amb els seus socis vinculats.

La definició dels valors i les creences es pot desenvolupar d'una manera més esquemàtica o de forma més àmplia, però s'ha de transmetre que tenint com a base una missió que indica la raó de l'existència d'una organització i tenint una visió que defineix què vol ésser l'organització, el pas natural a la descripció dels seus valors és obvi i evident.

Les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona han definit uns valors que tenen un clar lligam amb la seva missió i la seva visió, tenint com a característiques principals els següents punts:

1. Lideratge: seguint les idees dels sistemes de gestió de la qualitat, tot el personal d'una organització ha de liderar en el seu àmbit d'actuació sigui quina sigui la seva posició en l'organigrama. Les autoritats portuàries han de generar lideratge en tots els seus nivells d'actuació i transmetre aquesta necessitat de lideratge a la seva comunitat portuària, fent especial atenció al compromís dels diferents actors implicats de forma particular i a tot el personal de les seves organitzacions de manera més general.
2. El lideratge s'ha d'explicitar essent referent cadascú en el seu àmbit d'actuació: l'autoritat portuària tant en la seva vessant d'administració com en la vessant moral, els actors de la comunitat portuària, els agents externs al port i tot el personal implicat en el diferents empreses i entitats.
3. Ésser referent i estar compromès ha de generar la transmissió de valors ètics i professionals vinculats a la responsabilitat social corporativa. Valors com l'honestetat, la dignitat, la professionalitat, la dignificació del treball ben fet, són a dia d'avui valors molt cotitzats i que generen una imatge de marca de valor incalculable. Considerar aquest plantejament des d'un punt de vista de màrqueting estratègic és possible que no sigui el millor plantejament, però es pot considerar acceptable si l'organització acaba implementant de forma prioritària aquests valors ètics.
4. El concepte de responsabilitat social corporativa ja no és actualment un valor optatiu; la ciutadania que conviu amb les instal·lacions portuàries, l'opinió pública i la societat en general ja donen per descomptat que l'actuació d'una organització ha d'estar regida per uns preceptes de responsabilitat social que en cas de no existir penalitzaria molt dita organització.
5. Considerant una altra de les idees força dins de l'àmbit de la qualitat i de les normes de qualitat ISO, l'orientació al client és un plantejament bàsic i fonamental: els ports de Barcelona i Tarragona indiquen la necessitat i la voluntat de posar al client, actual i potencial, en el centre de totes les seves actuacions, i la seva satisfacció com l'objectiu principal del desenvolupament de la seva feina.

6. Situant el client en el centre de totes les actuacions, s'ha de fomentar la innovació com un pilar bàsic del pla estratègic a desenvolupar, doncs només amb innovació es podran satisfer i excedir les expectatives dels clients. S'ha de fer una recerca exhaustiva de l'excel·lència operativa que permeti assolir capacitat de creixement i de resposta i de superació de les expectatives del client.
7. La innovació s'ha de considerar des del punt de vista tecnològic i d'aplicació del hardware i del software més adequat i punter en cada moment, però també s'ha de potenciar la innovació en la gestió amb un alt component intel·lectual, fet aquest que només es produirà des de la implicació, el compromís, la formació i la gestió de l'equip humà de l'organització portuària.
8. La innovació com a element de millora continua en la qualitat dels serveis i en la qualitat del desenvolupament de la tasca de gestió d'unes entitats públiques pensades amb vocació de servei públic però amb una idea de funcionament d'organització privada.
9. Transparència de comunicació i informativa: aquest plantejament ja s'ha explicitat en la definició de la missió i de la visió. Transparència fins allà on sigui possible. Accessibilitat a la informació per part dels actors implicats, de la ciutadania, de l'opinió pública i de la societat en general per assolir la constatació que el port, les autoritats portuàries i les seves comunitats associades són entitats que generen confiança i que subministren informació fidedigna i veraç.
10. La definició dels valors de les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona es complementen amb un plantejament de respecte i especial cura del medi ambient com a un factor més de la responsabilitat envers la societat i envers l'especial relació dels ports amb el seu litoral i el medi marí circumdant.

Des d'un punt de vista comparatiu la resta de ports estudiats de l'àmbit de la Mediterrània, de l'àmbit de l'Estat Espanyol i de l'àmbit de la Unió Europea segueixen línies de pensament on les idees principals definides per les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona són considerades com a definidores de valors globalitzadors.

Molts dels valors definits com a capitals en l'actualitat dins de l'Europa Occidental, que són exportables de manera global, s'expliciten en la definició dels valors de les autoritats portuàries de la Unió Europea. Aquests valors en èpoques de crisi es valoren molt especialment i fer èmfasi en els mateixos no s'ha de considerar com una situació excepcional si no com la

possibilitat de recuperar valors que en algunes ocasions s'havien perdut o s'havien aparcat. L'opinió pública ja no considera aquesta situació com excepcional si no com un plantejament que entra dintre de la nova normalitat de la societat de recuperació de valors en època de crisi econòmica i social provocada en molts casos per absència dels valors presentats per les diferents autoritats portuàries.

Comparativament i complementàriament amb les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona, dels valors que especifiquen els ports estudiats se'n deriven un llistat de punts a tenir en compte i a destacar especialment:

1. No tots els ports parlen de valors tradicionals com poden ésser considerats els que tenen un punt de vista ètic i professional. Aquest fet pot ésser degut a que es donen per descomptats i no es comuniquen, a que no s'apliquen de forma sistemàtica o a que no es considera aquesta informació com una eina de comunicació i màrqueting de potencial evident i el fet que l'opinió pública sigui coneixedora d'aquests valors tradicionals no es consideri important.
2. Es produeix una mescla d'alguns elements propis de sistemes de gestió de la qualitat, de sistemes de gestió mediambiental i de gestió de recursos humans i prevenció de riscos laborals interpretats com a seguretat i protecció. Fet que es pot considerar positiu donat que la tendència actual en sistemes de gestió en qualitat, medi ambient i riscos laborals és assolir la integració dels tres sistemes intentant minimitzar aquests tres sistemes aconseguint un únic sistema que especifiqui les seves característiques tenint en compte les característiques dels tres sistemes especificats.
3. Es produeix una mescla de diferents valors amb el concepte més global de responsabilitat social corporativa. En ocasions un paraigua tan gran com la responsabilitat social corporativa pot treure protagonisme a valors com la sostenibilitat econòmica, social i mediambiental, el compromís de les autoritats portuàries i del seu personal, així com de la comunitat portuària i de les empreses que en ella habiten o la recerca constant i continua de la formació mitjançant la creació d'un clima laboral intern i extern que fomenti la implicació i la col·laboració del personal implicat.
4. Es produeix una mescla entre innovació i tecnologia potenciant la innovació en la tecnologia com un dels valors a destacar. La tecnologia és important, però no és una finalitat en sí mateixa; per contra, la innovació sigui tecnològica o de gestió que impliqui una millora objectiva del serveis que es prestin, que aportin valor afegit al

client que sigui plenament constatable i assumible pel mateix, s'ha de considerar com un valor decisiu en l'esdevenir del pla estratègic de l'autoritat portuària que pot afectar de manera directa en el futur del port i de la seva comunitat.

5. La innovació com un estímul de la creativitat i de l'acceptació de la gestió del canvi com un element que històricament ha portat problemes en moltes organitzacions de tot tipus, especialment en aquelles que ha viscut situacions de cert immobilitisme com han estat algunes autoritats portuàries o entitats vinculades a l'àmbit portuari.
6. La proactivitat com un valor a tenir en compte en tota la definició d'un pla estratègic en la definició de la missió i de la visió, com un valor en sí mateix i com una sistemàtica d'actuació de treball diari com a plantejament per evitar i preveure problemes de futur en l'àmbit de l'organització de l'autoritat portuària, de la comunitat portuària i del port i dels seus elements interns i externs.
7. La consideració de fer una col·laboració amb els clients i amb els proveïdors des d'un punt de vista friendly, que permeti una sistemàtica win - win on totes les parts implicades surtin guanyant. Bàsic es pot considerar la detecció de situacions win - win per a la seva explotació posterior.
8. Cooperació des de la transversalitat dels diferents departaments, de les diferents estructures de l'autoritat portuària, així com de les diferents parts implicades en la comunitat portuària. La transversalitat ha de permetre l'explotació dels recursos per assolir projectes de caràcter global, que mitjançant la unificació de sinergies, el resultat de la seva suma sigui superior a la suma de les sinergies individuals.
9. En algunes situacions dins dels valors es defineixen compromisos. Alguns compromisos tenen un caràcter de promesa de futur, de desenvolupament de noves instal·lacions o inversions, mentre que en altres casos, la idea principal és la de generar entusiasme i orgull de pertinença a una entitat o una comunitat que col·labora de forma activa i amb reconeixement per part de la ciutadania i de l'opinió pública.
10. Com a anècdota, en alguna definició de valors dels ports estudiats es parla de preparació per al canvi en un continu procés d'adaptació a aquest canvi, tenint en compte els objectius comuns abans que els personals dins de l'organització i provocant la recerca de la inspiració com una constant durant el desenvolupament de les diferents tasques i actuacions de les autoritats portuàries i del seu personal implicat. L'experiència empresarial i organització provoca que la recerca dels objectius comuns abans que els personal no sempre sigui un prioritat per tot el personal implicat.

En tots els àmbits de la vida, la transmissió de valors, òbviament positius s'ha de convertir en un objectiu de les organitzacions considerades globalment, però també dels individus que en formen part de manera més particularitzada.

Una autoritat portuària al igual que d'altres organitzacions, entitats o administracions té l'obligació moral de vetllar per la transmissió dels seus valors considerada la seva tasca com a administració pública, però també, des d'un punt de vista d'ètica empresarial té l'obligació de implicar-se en la transmissió de valors, en la seva aplicabilitat funcional i objectivament constatable, assolint que la transmissió d'aquests valors tingui una sistemàtica de taca d'oli i penetri en totes les capes de la comunitats portuària i en les seves empreses vinculades tant internes com externes, per arribar des d'aquesta capillaritat a la major quantitat de persones possible.

Els compromisos:

El darrer concepte que es pot considerar que ha d'ésser objecte de discussió en aquest capítol d'aquesta tesi doctoral és els compromisos que adopten les organitzacions en general, les autoritats portuàries pel que fa a l'estudi realitzat en aquesta investigació.

Els compromisos no són sempre explicitats per totes les autoritats portuàries i en moltes ocasions es mesclen i s'interrelacionen amb els valors i en d'altres amb els objectius estratègics. Per tant, com a primer comentari indicar que ni l'Autoritat Portuària de Barcelona ni l'Autoritat Portuària de Tarragona exposen de forma explícita els seus compromisos, tot i que la presentació que ambdues autoritats portuàries porten a terme de la missió, la visió i els valors tenen com a clara derivada un grup de compromisos de tot tipus en la definició i posada en pràctica dels seus plans estratègics que donin com a resultat l'esdevenir planificat.

L'Autoritat Portuària de València presenta les compromisos que adquireix interrelacionats amb els seus valors, plantejats tots des d'un punt de vista operatiu. Per exemple, es parla de tecnologia i innovació, de polítiques mediambientals, de seguretat i protecció i de responsabilitat social corporativa. Es podria fer un plantejament considerant la necessitat de presentar els valors des d'un punt de vista més teòric i intel·lectual, per posteriorment passar a definir els compromisos que aquesta autoritat portuària adquireix des d'un punt de vista més pràctic.

Un altre exemple de plantejament de compromisos el dóna l'Autoritat Portuària de Bilbao que després de la presentació dels seus valors, realitza la presentació dels seus objectius estratègics d'una manera molt ben resumida utilitzant objectius força que poden esdevenir molt potents en funció de la implicació que hi hagi darrera d'ells i de les eines que s'utilitzin per assolir l'èxit dels mateixos.

Posteriorment a la presentació dels objectius estratègics de l'Autoritat Portuària de Bilbao, es presenten els compromisos de la institució amb la comunitat portuària, amb les empreses vinculades tant internes com externes, amb les altres administracions, amb les entitats i fundacions relacionades amb el territori i amb la població que habita aquest territori considerada de manera més general. Es tracta d'una presentació de compromisos de plantejament eminentment pràctic i tangible on es pot portar a terme una avaluació del desenvolupament d'aquests compromisos de forma molt objectiva donats que tots són plenament constatables, en alguns casos, per tractar-se d'actuacions sobre el territori, són constatables a simple vista per la població en general i per les empreses i organitzacions afectades en particular.

Per tant, només dues autoritats portuàries de les estudiades i que han estat objecte d'investigació en aquesta tesi doctoral consideren oportú presentar els seus compromisos d'una manera pública, la resta es podrien deduir molts dels seus compromisos de la lectura i d'una anàlisi acurades de la seva missió, de la seva visió i dels seus valors. Seguint aquesta sistemàtica es podrien definir compromisos dins de l'àmbit teòric inicial que és la base de qualsevol pla estratègic de qualsevol organització.

Analitzant els objectius estratègics de caràcter més pràctic i les estratègies definides per assolir aquests objectius corporatius, es podrien obtenir els compromisos de caràcter més pràctic i que poden tenir una aplicació més visible per a la comunitat portuària en particular i per a la ciutadania en general.

S'han de considerar tant importants els compromisos més filosòfics, ètics i de teoria empresarial o de management doncs el seu substrat serà bàsic en la definició de la personalitat portuària comentada abastament en el capítol 1 (quin és el caràcter de l'autoritat portuària, de la seva comunitat i del port en general), com els compromisos que tinguin una base d'aplicació més pràctica i que puguin ésser constats de manera molt més visible per totes les parts implicades: s'estaria parlant de compromisos vinculats a obres en instal·lacions o bé a desenvolupament de noves tecnologies des d'un punt de vista de hardware i de software.

4.2. Comparativa i discussió dels models ARIMA especificats per cada port:

En aquest apartat del capítol de discussió de resultats obtinguts i de material utilitzat que es defineix com la base matemàtica d'aquesta tesi doctoral, té una primera part en la presentació del models ARIMA obtinguts pels diferents ports en referència a l'estudi Box-Jenkins realitzat amb les dades mensuals del tràfic dels ports estudiats.

D'aquesta consideració dels models ARIMA obtinguts en una primera part de l'estudi Box-Jenkins es passarà posteriorment a la consideració dels models ARIMA obtinguts amb la inclusió de l'estudi complementari de dades atípiques.

Especial comentari mereixeran les dades atípiques en funció de la seva influència en els models finals i en la relació que aquestes dades puguin tenir en canvis del models ARIMA i canvis de plantejaments d'aquests models. Especial èmfasi es farà en l'anàlisi de dades atípiques que impliquin canvis de nivell i l'afectació que aquesta canvis de nivell impliquin en la discussió de la utilització dels diferents models ARIMA.

En algunes situacions la gravetat i la profunditat d'aquestes dades atípiques implicarà un canvi de plantejament en les sèries temporals utilitzant menys dades de les inicialment usades: com per exemple considerant sèries entre gener de 2009 i desembre de 2014, que permetrà obtenir canvis en el models ARIMA inicialment definits.

Les dades atípiques puntuals o de canvi transitori s'observarà que no tenen el mateix nivell d'afectació que les considerades canvis de nivell. També es podrà explicitar que no totes els ports han patit canvis de nivell, ni tots els que n'han patit han estat de la mateixa intensitat. Aquest fet permetrà valorar l'afectació de la crisi econòmica patida des dels anys 2007, 2008 i 2009 en els diferents ports i com aquests han estat capaços de viure aquesta situació econòmicament i social tan complicada per a empreses, organitzacions, ciutadania i societat en general.

Finalment, es podrà fer una discussió amb la seva comparativa amb els models obtinguts en un estudi previ de les mateixes sèries temporals referents al tràfic portuari que va finalitzar el desembre de 2008. Es podran observar canvis significatius en els models així com l'aparició de dades atípiques de canvi de nivell molt destacables que generaran comentaris molt destacats i implicaran conclusions que s'expressaran en el capítol 5.

Port de Barcelona:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)(1 - B^{12})\log X_t$$

$$W_t = (1 - 0.5635B)(1 - 0.7370B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.003412)$$

Dades atípiques:

Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent	
2	1	LS	-0.1370223	3.236660	Ene 1994	87.19508
5	119	AO	-0.1251867	2.915793	Nov 2003	88.23321
1	166	LS	-0.1877331	4.332128	Oct 2007	82.88359
4	194	LS	-0.1207195	2.929918	Feb 2010	88.62825
3	217	AO	-0.1451301	3.146077	Ene 2012	86.49098
6	237	AO	0.1325756	2.898196	Sep 2013	114.17653

En l'anàlisi de dades atípiques de la sèrie temporal corresponent al tràfic mensual del port de Barcelona es destaquen dues tipologies: dades atípiques puntuals i dades atípiques de canvi de nivell. Cal destacar els atípics de canvi de nivell corresponents al mes d'octubre de 2007 i al mes de febrer de 2010 que posen de manifest els efectes de la crisi econòmica de l'Europa Occidental; mentre que la resta de dades atípiques són de caràcter puntual fet que complica molt trobar una explicació a l'existència d'aquestes disfuncions en l'evolució de les dades del port de Barcelona. Indicar que tots els canvis de nivell observats impliquen un descens del tràfic, així com les dades atípiques puntuals a excepció de la darrera corresponent a setembre de 2013, on es podria considerar un primer signe de sortida de la crisi o bé una manifestació puntual donada per les vacances d'estiu.

Model ARIMA amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(0,1,1)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^7 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)(1 - B^{12})\log X_{lin_t}$$

$$W_{lin_t} = (1 - 0.5206B)(1 - 0.7840B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.004004)$$

En ambdues situacions es posa de manifest que el model escollit és l'Airline Model convenientment estudiat en la literatura que consta en la bibliografia en referència a l'estudi de les sèries temporals. Observant atentament les característiques dels dos models, s'aprecia que la bondat del model és millor amb el tractament inicial que en el resultat obtingut mitjançant l'estudi Box-Jenkins considerant dades atípiques. Aquesta situació porta a un estudi de les darreres dades de la sèrie: de gener de 2009 a desembre de 2014.

Model ARIMA especificat 2009 - 2014:

$$X_t \sim \text{AR}(6) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t$$

$$(1 + 0.3943B + 0.3663B^5 + 0.3982B^6)W_t = Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.003770)$$

Dades atípiques 2009 - 2014:

Obs	type_detected		W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
2	6	AO	0.1200253	3.008509	Jun 2009	112.75254
1	49	AO	-0.1388476	3.277646	Ene 2013	87.03607
3	66	AO	0.1101834	2.771979	Jun 2014	111.64828
4	69	AO	0.1353772	3.481261	Sep 2014	114.49686

El tractament de la sèrie temporal circumscrita al període 2009 - 2014 explicita l'existència només de dades atípiques de caràcter puntual, la majoria d'elles en sentit positiu a excepció de la de gener de 2013 que podria ésser causada pel període de vacances de Nadal.

Model ARIMA amb atípics 2009 - 2014:

$$X_t \sim \text{MA}(4) \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^4 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)\log X_{lin_t}$$

$$Wlin_t = (1 - 0.7877B - 0.2368B^4) Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.005244)$$

Observant els model escollits, es passa d'un model amb estacionalitat i diferenciació regular a un model sense estacionalitat però mantenint la diferenciació regular.

Port de Tarragona:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{ARMA}(2,1) \text{ amb constant}$$

$$W_t = \log X_t - 7.8437$$

$$(1 - 0.5361B - 0.2893B^2)W_t = (1 - 0.4090B)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.01131)$$

Dades atípiques:

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
	6	16	TC	-0.2246052	2.949188	Abr 2001 79.88315
	8	38	TC	-0.1984083	2.716140	Feb 2003 82.00350
	4	101	AO	0.2743395	3.119966	May 2008 131.56613
	1	134	TC	-0.3756423	4.338023	Feb 2011 68.68480
	2	136	TC	0.2665161	3.162135	Abr 2011 130.54087
	7	145	AO	0.2312982	2.819965	Ene 2012 126.02350
	5	150	AO	-0.2572053	2.997208	Jun 2012 77.32095
	9	162	AO	-0.2094649	2.656158	Jun 2013 81.10181
	10	169	AO	0.2025436	2.616788	Ene 2014 122.45135
	3	176	TC	0.2625386	3.165879	Ago 2014 130.02266

El port de Tarragona no presenta d'acord amb les dades atípiques analitzades cap greu afectació per culpa de la crisi econòmica en l'evolució del seu tràfic. Totes les dades atípiques localitzades es deuen a situacions puntuals, que tant es contemplen com a creixements sobtats positius com negatius d'explicació no sempre evident, o bé a canvis de nivell transitoris que en la seva primera són negatius: de 2001 a 2011, per posteriorment durant el mateix primer semestre de 2011 convertir-se en positius i continuar fins el 2014.

Aquesta situació provoca que les dades del port de Tarragona siguin clarament de manteniment d'una sistemàtica de creixement amb petits augments i decrements que no ha provocat cap canvi de nivell apreciable en les dades estudiades.

Model ARIMA amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARMA}(2,1) \text{ amb constant}$$

$$\log X_t = \log X_{\text{lin}_t} + \sum_{i=1}^{10} \omega_i I_i(t)$$

$$W_{\text{lin}_t} = \log X_{\text{lin}_t} - 7.8441$$

$$(1 - 0.4930B - 0.3959B^2)W_{\text{lin}_t} = (1 - 0.4946B)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.006808)$$

El model escollit tant inicialment com en el tractament amb dades atípiques és el mateix i no pateix grans variacions, sí que es pot afirmar que el model amb dades atípiques explica millor la realitat que el model inicial, aquest fet el provoca que no hi ha dades atípiques que signifiquin situacions de grans canvis o convulsions.

El model que s'aplica al port de Tarragona és un model sense estacionalitat ni diferenciació regular, només s'aplica una transformació logarítmica, però el model genera una explicació de la realitat de les dades tant inicials com considerant les dades atípiques que es pot plantejar que és un model que pot perdurar en el temps.

Port de València:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{AR}(11) \text{ amb constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t - 0.0066$$

$$(1 + 0.7936B + 0.4567B^2 + 0.4708B^3 + 0.4829B^4 + 0.3249B^5 + 0.2723B^6 + 0.3053B^7 + 0.1876B^8 + 0.2267B^9 + 0.3632B^{10} + 0.2108B^{11})W_t = Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.008994)$$

Dades atípiques:

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
	5	7	LS	-0.1639897	3.353943	Jul 1992 84.87508
	4	11	AO	0.2435841	3.293337	Nov 1992 127.58136
	1	12	AO	-0.4046944	5.061163	Dic 1992 66.71807
	3	20	AO	-0.2891875	3.835015	Ago 1993 74.88718
	2	32	LS	0.2246352	4.303267	Ago 1994 125.18660
	8	46	LS	-0.1376899	2.968048	Oct 1995 87.13689
	9	78	AO	0.1969288	2.906719	Jun 1998 121.76574
	6	136	AO	0.2385991	3.358059	Abr 2003 126.94696
	10	141	TC	0.1819174	2.937656	Sep 2003 119.95151
	7	203	LS	-0.1440656	3.056907	Nov 2008 86.58310

Dintre de les dades atípiques del port de València s'observen alteracions dels tres tipus especificats en el capítol 2. Es comproven atípics de caràcter puntual, atípics de canvi transitori i atípics de canvi de nivell.

Analitzant les dades s'observa que durant la darrera dècada del segle passat hi ha una gran varietat d'alteracions en la sèrie temporal, tant des d'un punt de vista positiu com negatiu, però en la primera dècada d'aquest segle es detecten dues dades atípiques durant l'any 2003 de tipus puntual i de canvi transitori, mentre que a finals de l'any 2008 es detecta un potent canvi de nivell que es correspon a la situació de crisi a Europa.

Model ARIMA amb atípics:

$$X_t \sim \text{AR}(11) \text{ amb constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^{10} \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)\log X_{lin_t} - 0.0073$$

$$\begin{aligned} & (1 + 1.0725B + 0.8164B^2 + 0.7946B^3 + 0.7880B^4 + 0.6554B^5 + 0.6147B^6 + 0.6180B^7 \\ & + 0.4467B^8 + 0.4289B^9 + 0.4899B^{10} + 0.2857B^{11})W_{lin_t} \\ & = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.01050) \end{aligned}$$

El model definit tant inicialment com després del tractament amb dades atípiques es defineix com un model sense estacionalitat i amb una diferenciació regular, encara que l'afectació dels

atípics implica que la bondat del model empitjora i que l'explicació de la realitat s'assoleix millor amb el primer model. Aquesta situació es pot repetir en l'anàlisi Box-Jenkins que es porti a terme per a d'altres autoritats portuàries. La situació que provoquen dades atípiques de canvis de nivell en determinades posicions de les sèries temporals poden significar alteracions dels models que no expliquin millor la realitat sense l'anul·lació de part de les dades utilitzades en les anàlisis.

Port d'Algesires:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(3,0,1)(0,1,1)_{12} \text{ amb constant}$$

$$W_t = (1 - B^{12})\log X_t - 0.0532$$

$$(1 - 1.1921B + 0.2209B^3)W_t = (1 - 0.9085B)(1 - 0.8740B^{12})Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.008868)$$

Dades atípiques:

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
12	13	AO	0.1683471	2.583507	Ene 1993	118.33473
1	15	TC	-0.3759459	4.743655	Mar 1993	68.66395
8	18	AO	-0.2007740	2.921654	Jun 1993	81.80973
4	36	AO	0.2528070	3.419952	Dic 1994	128.76348
9	42	AO	-0.1895491	2.798724	Jun 1995	82.73321
3	47	AO	0.2907415	3.848642	Nov 1995	133.74188
6	67	LS	0.1353141	3.037074	Jul 1997	114.48964
7	72	TC	-0.2147849	3.141160	Dic 1997	80.67149
11	93	TC	-0.1679294	2.598387	Sep 1999	84.54135
10	138	AO	0.1793282	2.679877	Jun 2003	119.64133
5	198	LS	-0.1557782	3.406042	Jun 2008	85.57490
2	240	TC	0.3693786	4.797307	Dic 2011	144.68353

Les dades atípiques del port d'Algesires expliciten dues situacions completament diferents en les dues dècades estudiades, per una banda el mes de juliol de 1997 es detecta un important canvi de nivell de caràcter positiu, mentre que, per altra banda, el mes de juny de 2008 es manifesta un canvi de nivell del caràcter negatiu que és una expressió de la crisi econòmica que està patint Europa durant els darrers anys.

Com a plantejament positiu indicar que hi ha un fort canvi transitori a finals de desembre de 2011, que no consta que s'hagi consolidat durant els anys posteriors.

Model ARIMA amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(9,0,0)(0,1,1)_{12} \text{ amb constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^{12} \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B^{12}) \log X_{lin_t} - 0.0526$$

$$\begin{aligned} (1 - 0.1987B - 0.3833B^2 + 0.1876B^4 - 0.1775B^6 + 0.1767B^8 - 0.2023B^9) W_{lin_t} = \\ = (1 - 0.7877B^{12}) Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.005183) \end{aligned}$$

Els models especificats tant d'inici de l'estudi Box-Jenkins com mitjançant la presa en consideració de les dades atípiques es defineixen amb la utilització de dos models amb estacionalitat i amb diferenciació regular. En el segon cas, la part regular s'especifica mitjançant la utilització d'un model AR llarg.

En el cas del port d'Algesires, l'estudi mitjançant l'ús de dades atípiques genera un model que permet una millor explicació de la realitat.

Port de Gènova:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(2,0,3)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B^{12}) \log X_t$$

$$(1 - 0.9265B^2) W_t = (1 - 0.5697B^2 + 0.3719B^3)(1 - 0.8858B^{12}) Z_t$$

$$Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.002894)$$

Dades atípiques:

Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
3	1	LS	0.08786548	3.003991 Ene 1999	109.18412
2	19	TC	-0.10437328	2.964687 Jul 2000	90.08890
4	31	AO	0.11530736	2.815685 Jul 2001	112.22183
5	36	AO	0.11501868	2.871965 Dic 2001	112.18944
8	76	TC	-0.08536095	2.755864 Abr 2005	91.81808
1	108	LS	-0.11878969	3.812914 Dic 2007	88.79945
6	149	TC	0.09296876	2.845215 May 2011	109.74274
7	177	TC	0.09696062	2.703835 Sep 2013	110.18170

El port de Gènova, seguint la realitat analitzada en altres ports, explicita un canvi de nivell positiu a final del segle passat, mentre que en les mateixes dades que la majoria d'autoritats portuàries: en aquest cas, desembre de 2007 es posa de manifest un canvi de nivell de caràcter negatiu que representa una alteració de les dades del final de la sèrie temporal amb la repercussió negativa que té aquest fet en la definició del millor model, de la millor manera d'explicitar la realitat de les dades.

Model ARIMA amb atípics:

$X_t \sim \text{ARMA}(2,1)$ amb constant

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^8 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = \log X_{lin_t} - 8.3359$$

$$(1 - 0.7448B - 0.2071B^2)W_{lin_t} = (1 - 0.59B)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.005176)$$

El port de Gènova defineix un model amb les dades inicials que implica una estacionalitat de la informació sense necessitar d'una diferenciació regular. Amb el tractament de les dades atípiques, el model a considerar perd l'estacionalitat i es pot definir només amb el tractament de la transformació logarítmica.

Explorant els dos models definits, el primer significa una millor explicació de la realitat envers el segon model, aquesta situació com en d'altres ports és conseqüència del canvi de nivell de la crisi econòmica detectat durant la part final de l'exercici 2007.

Port de Taranto:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{AR}(2) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t$$

$$(1 + 0.6679B + 0.2862B^2)W_t = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.02562)$$

Dades atípiques:

Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent	
4	8	AO	-0.4000651	3.316722	Ago 2002	67.02764
6	20	AO	-0.3192309	2.797345	Ago 2003	72.67077
1	83	LS	-0.4335992	3.478761	Nov 2008	64.81720
7	111	AO	0.2955013	2.647300	Mar 2011	134.37998
3	131	TC	-0.3879640	3.206817	Nov 2012	67.84368
5	140	AO	0.3669374	3.137171	Ago 2013	144.33076
2	152	TC	-0.4275354	3.257332	Ago 2014	65.21143

Les dades atípiques del port de Taranto contemplen les tres tipologies explicitades la majoria en sentit negatiu, essent la més significativa el canvi de nivell que es produeix el novembre de l'any 2008 que implica un descens d'un terç de tràfic del port i una consolidació d'una nova situació notablement negativa. Aquesta situació tant important genera que sigui impossible trobar un model que defineixi la situació del port de Taranto tenint en compte les dades atípiques. No ha estat possible durant l'anàlisi Box-Jenkins trobar un model que expliciti la realitat de manera adequada, per tant es farà un tractament parcial de les dades.

Model ARIMA especificat 2009 - 2014:

$$X_t \sim \text{AR}(2) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t$$

$$(1 + 0.6308B + 0.3098B^2)W_t = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.03097)$$

Dades atípiques 2009 - 2014:

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
2	47	TC	-0.3972937	2.988932	Nov 2012	67.21366
3	56	AO	0.3492995	2.705853	Ago 2013	141.80738
1	68	TC	-0.4337485	2.924255	Ago 2014	64.80752

Les dades atípiques que es detecten entre gener de 2009 i desembre de 2014 són de tipus transitori a excepció d'una que té una particularitat molt puntual. Les de tipus transitori impliquen continuar en una situació de crisi i de descens del tràfic portuari, mentre que la dada puntual es pot considerar un pic de feina no significatiu.

Model ARIMA amb atípics 2009 - 2014:

$$X_t \sim \text{AR}(2) \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^3 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)\log X_{lin_t}$$

$$(1 + 0.7218B + 0.3460B^2)W_{lin_t} = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.04031)$$

Els models especificats mitjançant la utilització de la sèrie temporal de tràfic mensual del port de Taranto, es defineix amb un model AR(2) pràcticament similar en tots dos casos que precisa d'una diferenciació regular. Les diferències en la part autoregressiva del model són objectivament molt petites.

Per tant, en aquesta cas no cal considerar la possibilitat de treballar amb una component estacional; aquest és un fet que ja es pot explicitar que s'està començant a repetir en molts dels ports estudiats.

Port de Bilbao:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(5,0,0)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B^{12})\log X_t$$

$$(1 - 0.1504B - 0.2883B^2 - 0.2358B^3 - 0.1932B^5)W_t = \\ = (1 + 0.8394B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.01667)$$

Dades atípiques:

	Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
	7	12	AO	0.2876381	3.331225 Dic 1992	133.32747
	6	23	AO	0.2890318	3.279129 Nov 1993	133.51341
	4	40	LS	-0.2602635	4.167616 Abr 1995	77.08484
	3	50	AO	-0.4475571	4.723503 Feb 1996	63.91877
	5	60	LS	0.2030072	3.317672 Dic 1996	122.50813
	9	129	LS	0.1757368	3.095527 Sep 2002	119.21242
	8	132	AO	-0.2605854	3.068994 Dic 2002	77.06004
	1	133	AO	-0.8645318	8.405974 Ene 2003	42.12487
	2	134	AO	0.4659145	4.717215 Feb 2003	159.34707
	10	232	AO	-0.2576230	3.082332 Abr 2011	77.28866

Estudiant les dades atípiques del port de Bilbao, s'observa que a diferència del que s'ha explicat en altres situacions no es detecten canvis de nivell propis de la crisi econòmica. Només es comproven canvis de nivell durant la darrera dècada del segle passat i a inici dels anys 2000, però desembre de 1996 i setembre de 2002 són situacions molt positives des del punt de vista d'una manifestació del creixement.

Curiosament, la resta de dades atípiques són de caràcter puntual, per tant, com ja s'ha comentat anteriorment, és molt difícil trobar una explicació concreta per cada dada, però des de desembre de 2002 fins a abril de 2011 només hi ha dades particulars, la majoria extremadament negatives menys una, febre del 2003, que es pot definir com un pic tremendament elevat de difícil justificació.

Model ARIMA amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(3,0,0)(0,0,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^{10} \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B^{12}) \log X_{lin_t}$$

$$\begin{aligned} & (1 - 0.1556B - 0.2526B^2 - 0.2458B^3) W_{lin_t} = \\ & = (1 - 0.9106B^{12}) Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.02558) \end{aligned}$$

La definició dels dos models té una component estacional, encara que aquesta component es comprova que té tendència a debilitar-se; caldrà observar si les dades estadístiques de la sèrie temporal mensual corresponent al port de Bilbao segueixen amb aquesta tendència d'anul·lació de l'estacionalitat.

La part regular es defineix en ambdós casos amb un model autoregressiu, en el primer cas aquest model és més llarg que en la segona situació considerant dades atípiques, però sense tenir tots els paràmetres significatius, fet que comporta una similitud molt important entre tots dos models.

Port de Pasajes:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{AR}(11) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B) \log X_t$$

$$\begin{aligned} & (1 + 0.7101B + 0.5136B^2 + 0.3248B^3 + 0.3440B^4 + 0.1633B^5 + 0.2084B^8 + 0.2522B^9 \\ & + 0.3403B^{10} + 0.2771B^{11}) W_t = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.02725) \end{aligned}$$

Dades atípiques:

Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
7 43	TC	0.3478805	3.099159	Jul 1995	141.60631
5 61	AO	-0.4659568	3.685454	Ene 1997	62.75344
2 79	AO	-0.5168299	3.792692	Jul 1998	59.64082
6 113	AO	0.4158760	3.356026	May 2001	151.56978
3 180	AO	-0.5138728	3.872444	Dic 2006	59.81745
1 201	LS	-0.3685485	3.860046	Sep 2008	69.17377
4 218	TC	0.4415466	3.699564	Feb 2010	155.51105
8 261	LS	0.2455076	2.998730	Sep 2013	127.82700

Les dades atípiques corresponents al port de Pasajes confirmen la realitat observada en d'altres ports: el canvi de nivell negatiu localitzat durant el mes de setembre de 2008 dona pas, per la profunditat d'aquest canvi de nivell, a la constatació de la realitat de la crisi econòmica europea. Per altra banda, durant el mes de setembre de 2013 ja es detecta un nou canvi de nivell en positiu amb un fort ascens del valor de tràfic portuari que podria ésser la confirmació d'una primera recuperació per aquest port de petites dimensions.

La resta de dades atípiques es poden qualificar d'anecdòtiques pel que fa a les dades de la dècada dels 90 i de simptomàtica un canvi transitori que s'ubica en el mes de febre de 2010 amb un increment molt notable.

Model ARIMA amb atípics:

$$X_t \sim \text{AR}(11) \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^8 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)\log X_{lin_t}$$

$$\begin{aligned} & (1 + 0.9206B + 0.7544B^2 + 0.6102B^3 + 0.6246B^4 + 0.5006B^5 + 0.3292B^6 + 0.2950B^7 \\ & \quad + 0.3996B^8 + 0.4254B^9 + 0.4197B^{10} + 0.2932B^{11})W_{lin_t} \\ & = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.03193) \end{aligned}$$

Les dos models es consideren vàlids tant en el tractament inicial com amb el posterior estudi utilitzant dades atípiques. Són dos models amb diferenciació regular que poden ser qualificats

com AR llargs, concretament amb una part autoregressiva d'onze paràmetres tots significatius en els dos models.

Per tant, es confirma que similitud entre els dos models aplicats en les dues situacions presentades d'acord amb l'anàlisi metodològic de Box-Jenkins.

Port de Dunkerque:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{ARMA}(2,1) \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t$$

$$(1 - 0.1432B - 0.2277B^2)W_t = (1 - 0.8799B)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.0114)$$

Dades atípiques:

Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
3	8	TC	-0.3211383	3.765657	Ago 1994 72.53229
12	13	AO	-0.2299450	3.062900	Ene 1995 79.45773
4	22	LS	-0.1968025	3.192663	Oct 1995 82.13528
8	24	AO	-0.2526025	3.129039	Dic 1995 77.67766
14	35	TC	0.1980996	2.849758	Nov 1996 121.90838
2	37	AO	-0.3579452	3.908416	Ene 1997 69.91114
6	41	AO	-0.2729335	3.255563	May 1997 76.11434
15	50	LS	0.1525893	3.030988	Feb 1998 116.48465
9	68	AO	-0.2385268	3.007445	Ago 1999 78.77875
5	90	TC	-0.2643390	3.226862	Jun 2001 76.77132
11	95	AO	-0.2334841	3.053502	Nov 2001 79.17701
1	179	LS	-0.3071155	4.613363	Nov 2008 73.55656
13	187	TC	0.2093457	2.963971	Jul 2009 123.28712
10	199	AO	-0.2383928	3.061356	Jul 2010 78.78931
7	229	TC	-0.2433521	3.087590	Ene 2013 78.39954

Les dades atípiques del port de Dunkerque impliquen que els tres canvis de nivell tinguin una importància capital per definir el desenvolupament del port durant els darrers anys i per marcar el seu futur. El mes d'octubre de 1995 es situa un canvi de nivell en negatiu que pocs anys després es pot considerar que durant el mes de febrer de 1998 es compensa. El problema de la crisi econòmica europea es posa de manifest durant el mes de novembre de 2008 amb un

descens importantíssim del tràfic portuari i tractant-se d'un canvi de nivell, aquest descens implica una consolidació del mateix.

Aquesta generació de canvis de nivell provoca que no sigui possible definir en bones condicions un model considerant tota la sèrie temporal i totes les dades atípiques trobades en el desenvolupament de l'estudi Box-Jenkins del port de Dunkerque.

Com a comentari de l'estudi preliminar de les dades indicar que el primer model trobat era un model ARMA(2,1) amb diferenciació regular sense component estacional. El port de Dunkerque no es podria considerar com estacional. Al mateix temps es podria considerar que en funció de l'evolució de les dades, la diferenciació regular podria desaparèixer donats els indicis que hi ha en el primer model trobat.

Per tant, com a conclusió, s'obviarà el canvi de nivell de finals de 2008 mitjançant la utilització de la sèrie temporal de dades de gener de 2009 a desembre de 2014.

Model ARIMA especificat 2009 - 2014:

$$X_t \sim MA(1) \text{ amb constant}$$

$$W_t = \log X_t - 8.2028$$

$$W_t = (1 + 0.2341B) Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.008028)$$

Dades atípiques:

Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
3	14	AO -0.2029313	2.740304	Feb 2010	81.63344
1	20	AO -0.2571334	3.148524	Ago 2010	77.32650
4	46	AO 0.1917345	2.718762	Oct 2012	121.13489
2	50	TC -0.1771097	2.701055	Feb 2013	83.76879

No es troben dades atípiques corresponents a canvis de nivell, només atípics puntuals i un canvi transitori durant el mes de febrer del 2013 que s'haurà de veure si el desenvolupament de les dades dóna com a resultat un nou canvi de nivell en negatiu. La percepció és que la recuperació i el creixement no seran fàcils.

Model ARIMA amb atípics 2009 - 2014:

$$X_t \sim \text{MA}(1) \text{ amb constant}$$

$$\log X_t = \log X_{\text{lin}_t} + \sum_{i=1}^4 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{\text{lin}_t} = \log X_{\text{lin}_t} - 8.2501$$

$$W_{\text{lin}_t} = (1 + 0.2905B) Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.005147)$$

Els dos models tenen una gran similitud, doncs es tracta d'un model sense estacionalitat ni diferenciació regular, només s'utilitza la transformació logarítmica. Es pot afirmar que el segon model amb tractament de dades atípiques en absència de canvis de nivell pot realitzar una millor descripció de la realitat que el primer, però en ambdós casos la semblança que s'aprecia és molt important.

Port de Ghent:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{ARMA}(4,2) \text{ amb constant}$$

$$W_t = \log X_t - 7.6354$$

$$(1 + 0.9960B + 0.1969B^2 - 0.7721B^3 - 0.2916B^4)W_t = \\ = (1 + 1.3895B + 0.9990B^2)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.01102)$$

Dades atípiques:

Obs	type_detected	W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent	
4	25	TC	-0.2601664	2.965578	Ene 2005	77.09233
3	38	AO	-0.2511139	2.935159	Feb 2006	77.79337
2	50	AO	-0.2541498	2.882295	Feb 2007	77.55756
6	72	TC	-0.2200725	2.618945	Dic 2008	80.24606
5	75	TC	-0.2178889	2.532931	Mar 2009	80.42148
1	106	AO	0.2569997	2.818927	Oct 2011	129.30447

Les dades estadístiques corresponents a les sèries temporals mensuals de tràfic portuari del port de Ghent no presenten canvis de nivell durant tot el període estudiat, aquest fet provoca que l'afectació de la crisi econòmica en aquest port hagi estat molt més suportable que en altres comunitats portuàries de la Unió Europea.

Només observen dades atípiques puntuals i tres canvis de nivell transitoris de caràcter negatiu que impliquen una tendència al descens del tràfic del port en determinades èpoques, no es tracta de dades que pugin indicar que el port de Ghent s'hagi salvat completament de la crisi econòmica pròpia dels últims anys dins de la Unió Europea.

Model ARIMA amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARMA}(4,2) \text{ amb constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^6 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = \log X_{lin_t} - 7.6526$$

$$(1 + 1.0873B + 0.2733B^2 - 0.7953B^3 - 0.3429B^4)W_t = \\ = (1 + 1.4013B + 0.9999B^2)Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.007602)$$

Els models estudiats en el primer tractament estadístic i en el segon on es tenen en compte les dades atípiques són pràcticament iguals: es tracta d'un model sense estacionalitat i sense la necessitat d'utilitzar una diferenciació regular, per tant, la transformació logarítmica serà suficient per poder treballar la sèrie sencera.

Dins de la definició d'aquest model s'utilitza un ARMA(4,2), amb més pes de la part autoregressiva respecte la part de mitjana mòbil que no té un pes tan específic tan definit. Observant atentament els valors dels paràmetres d'ambdues parts es confirma la similitud, així com el fet que el segon model considerant dades atípiques es pot garantir que descriu millor la realitat de les estadístiques futures del port. Aquest segon model té una millor capacitat de previsió.

La similitud arriba al nivell que els paràmetres són tots significatius i molt similars. El fet que no hi hagi un atípic de canvi de nivell fa que la gestió dels models sigui més senzilla.

Port d'Anvers:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(3,1,0)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$W_t = (1 - B)(1 - B^{12})\log X_t$$

$$(1 + 0.5793B + 0.2455B^2 + 0.1911B^3)W_t = (1 - 0.8940B^{12})Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.02234)$$

Dades atípiques:

Obs	type_detected		W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
4	9	AO	0.10202010	2.875157	Sep 1992	110.74057
7	12	LS	0.08601330	2.627358	Dic 1992	108.98208
6	19	AO	-0.09398962	2.728516	Jul 1993	91.02922
5	29	LS	-0.09753225	2.899893	May 1994	90.70731
2	53	AO	-0.12910834	3.501174	May 1996	87.88787
3	91	TC	0.12758694	3.492907	Jul 1999	113.60836
1	191	LS	-0.20609553	5.635356	Nov 2007	81.37553

Les dades atípiques corresponents al port d'Anvers implica dos canvis de nivell durant els anys 90 amb un lleuger ascens en el primer i un lleuger descens en el segon, per tant, dos canvis de nivell amb tendència compensatòria. Per altra banda, el canvi de nivell que es detecta a finals de 2007, concretament el mes de novembre de 2007 és clarament descendent i significa la constatació que la crisi econòmica europea també copejava el port d'Anvers; posteriorment a aquesta dada atípica no n'hi ha cap més, per tant el port ha quedat ancorat en aquest canvi de nivell en sentit clarament negatiu.

La resta de dades atípiques es concentren en la dècada del 90 essent atípics puntuals i de caràcter transitori: les dades de caràcter puntual impliquen un primer pic per en anys posteriors descobrir la presència de dos valls de certa profunditat; mentre el canvi transitori es produeix a finals dels anys 90 i és clarament positiu.

Model ARIMA amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(3,1,0)(0,1,1)_{12} \text{ sense constant}$$

$$\log X_t = \log X_{lin_t} + \sum_{i=1}^7 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{lin_t} = (1 - B)(1 - B^{12})\log X_{lin_t}$$

$$(1 + 0.4833B + 0.1842B^2 + 0.1503B^3)W_{lin_t} = (1 - 0.9257B^{12})Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(0, \sigma_Z^2 = 0.002723)$$

Els dos models especificats són els mateixos tenint en compte l'estacionalitat i la diferenciació regular, però l'aparició d'una dada atípica de canvi de nivell en la part final de la sèrie fa que sigui necessari contemplar la possibilitat de fer un estudi de les darreres dades de la sèrie: de gener de 2009 a desembre de 2014.

S'observa en aquests dos models inicialment presentats que el nivell d'estacionalitat ha minvat en el segon respecte del primer. Aquest fet no és la primera vegada que s'explicita durant el desenvolupament de l'estudi de les sèries temporals dels diferents ports i durant aquest capítol 4 de discussió dels resultats obtinguts.

Model ARIMA especificat 2009 - 2014:

$$X_t \sim \text{AR}(11) \text{ amb constant}$$

$$W_t = (1 - B)\log X_t - 0.0043$$

$$(1 + 0.5159B + 0.3492B^2 + 0.2001B^3 + 0.2821B^4 + 0.1847B^8 + 0.1962B^{11})W_t = Z_t$$

$$\text{amb } Z_t \sim N(\sigma_Z^2 = 0.001729)$$

Dades atípiques 2009 - 2014:

Obs	type_detected		W_coeff	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
4	1	LS	0.06740882	3.361398	Ene 2009	106.97327
1	14	LS	0.09765212	3.768916	Feb 2010	110.25792
7	23	AO	-0.05493524	2.695923	Nov 2010	94.65464
3	34	LS	-0.08440216	3.909207	Oct 2011	91.90616
5	56	AO	-0.06354427	2.797244	Ago 2013	93.84326
6	61	TC	-0.07033451	3.007589	Ene 2014	93.20820
2	62	TC	0.11283201	3.624784	Feb 2014	111.94439

El tractament de les dades atípiques observades en la part final de la sèrie original indica que es produeixen a l'inici moltes dades que impliquin canvis de nivell de tipus ascendent, per passar al cap d'un any a un canvi de nivell de tipus descendent. A més, cal considerar en una sèrie de poques dades la resta d'informació atípica trobada amb dos atípics puntuals tots dos en negatiu i dos atípics de canvi transitori amb les dues tendències: positiva i negativa.

Aquesta situació de tantes dades atípiques en una sèrie tan curta provoca que no sigui possible generar un model que subministri bons resultats amb dades atípiques. El model sense dades atípiques és un AR llarg que ja s'ha observat en d'altres ocasions. Aquest model ha perdut l'estacionalitat i només conserva la diferenciació regular. Cal esmentar que no tots els paràmetres són significatius i que alguns poden estar en la frontera, per la qual cosa es pot posar en dubte l'estabilitat del model.

Model ARIMA amb atípics 2009 - 2014:

No es pot obtenir un bon resultats considerant les dades atípiques.

Port de Bremen:

Model ARIMA especificat:

$$X_t \sim ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$$

$$W_t = (1 - B)(1 - B^{12})X_t$$

$$W_t = (1 - 0.3732B)(1 - 0.8918B^{12})Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(0, \sigma_z^2 = 0.003082)$$

Dades atípiques:

Obs	type_detected	W_coef	ABS_L_Ratio	Fecha	PerCent
2	11	TC	0.1692986	3.611142	Nov 1992 118.44737
4	60	AO	0.1229041	3.050506	Dic 1996 113.07760
3	64	AO	-0.1282607	3.126036	Abr 1997 87.96241
5	82	LS	0.1276552	2.868481	Oct 1998 113.61612
1	191	LS	-0.2578680	5.313593	Nov 2007 77.26972

Poques dades atípiques ofereix el port de Bremen, però de la mateixa manera que l'octubre de 1998 es manifesta un canvi de nivell en positiu, durant el mes de novembre de 2007 es

manifesta un fortíssim canvi de nivell en negatiu que porta darrera d'ell totes les conseqüències de la crisi econòmica de la Unió Europea.

Per a la previsió tant a curt com a llarg termini les dades dels anys 90 tenen poc pes, però poden donar una imatge de les tendències que segueix el port durant la seva història més recent. Les dades atípiques dels anys 90 tenen una tendència natural al creixement, a excepció feta d'una dada el mes d'abril de 1997 que podria estar relacionada amb períodes de vacances a Alemanya.

Model ARIMA amb atípics:

$$X_t \sim \text{ARIMA}(10,1,0)$$

$$\log X_t = \log X_{\text{lin}t} + \sum_{i=1}^5 \omega_i I_i(t)$$

$$W_{\text{lin}t} = (1 - B)\log X_{\text{lin}t} - 0.0038$$

$$(1 + 0.2845B + 0.1535B^2 + 0.1193B^3 + 0.1580B^4 + 0.1053B^{10})W_{\text{lin}t} \\ = Z_t \text{ amb } Z_t \sim N(\sigma_z^2 = 0.05078)$$

Els models triats tant quan s'ha treballat amb la sèrie inicial com quan s'ha treballat amb la sèrie linealitzada donen resultats molts rellevants. El primer model es defineix a través de la seva estacionalitat i de la seva diferenciació regular, mitjançant un model molt conegut: l'Airline Model.

El segon model amb dades atípiques utilitza una diferenciació regular, però és el que es coneix com a AR llarg, fet que també ha aparegut en diverses ocasions en la presentació i discussió dels diferents models.

Una comparativa dels models actuals amb l'estudi mitjançant anàlisi de Box-Jenkins de les mateixes sèries però finalitzant el desembre del 2008, pot ésser cabdal per veure els estralls de la crisi en una part important dels ports estudiats i per veure els canvis que han significat en la definició de models ARIMA per a previsió de tràfic portuari de manera mensual.

Comparativa entre models de l'estudi de 2014 i de 2008:

	2014	2008
Barcelona	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(3,0,0)(0,1,1) ₁₂
2009-2014	ARIMA(6,1,0)	
Tarragona	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(5,0,0)
València	ARIMA(11,1,0)	ARIMA(11,1,0)
Algesires	ARIMA(3,0,1)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(2,0,0)(0,1,1) ₁₂
Gènova	ARIMA(2,0,3)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(2,0,1)(0,1,1) ₁₂
Taranto	ARIMA(2,1,0)	ARIMA(3,0,0)
2009-2014	ARIMA(2,1,0)	
Bilbao	ARIMA(5,0,0)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(1,0,2)(0,1,1) ₁₂
Pasajes	ARIMA(11,1,0)	ARIMA(1,0,1)(0,1,1) ₁₂
Dunkerque	ARIMA(2,1,1)	ARIMA(2,0,1)
2009-2014	ARIMA(0,0,1)	
Ghent	ARIMA(4,0,2)	No hi ha model
Anvers	ARIMA(3,1,0)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(4,0,0)(0,1,1) ₁₂
2009-2014	ARIMA(11,1,0)	
Bremen	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂

Comparativa de models amb dades atípiques de 2014 i de 2008:

	2014	2008
Barcelona	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(3,0,0)(0,1,1) ₁₂
2009-2014	ARIMA(0,1,4)	
Tarragona	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(5,0,0)
València	ARIMA(11,1,0)	ARIMA(11,1,0)
Algesires	ARIMA(9,0,0)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(9,0,0)(0,1,1) ₁₂
Gènova	ARIMA(2,0,1)	ARIMA(3,0,0)(0,1,1) ₁₂
Taranto	No hi ha model	
2009-2014	ARIMA(2,1,0)	
Bilbao	ARIMA(3,0,0)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(1,0,2)(0,1,1) ₁₂
Pasajes	ARIMA(11,1,0)	ARIMA(1,0,1)(0,1,1) ₁₂
Dunkerque	No hi ha model	No hi ha model
2009-2014	ARIMA(0,0,1)	
Ghent	ARIMA(4,0,2)	No hi ha model
Anvers	ARIMA(3,1,0)(0,1,1) ₁₂	ARIMA(4,0,0)(0,1,1) ₁₂
2009-2014	No hi ha model	
Bremen	ARIMA(10,1,0)	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂

De les dues comparatives anteriors on s'especifiquen els models trobats en l'estudi Box-Jenkins de dades des de l'inici de les sèries fins a 2008 i amb l'estudi Box-Jenkins de dades des de l'inici de les sèries fins a 2014 pels ports de Barcelona i Tarragona en relació amb els ports escollits de la Unió Europea, tant de la zona mediterrània com el zona atlàntica, es poden destacar els següents aspectes:

1. S'observa una tendència a mantenir la tipologia general de models entre 2008 i 2014, ja sigui considerant les dades de les sèries inicials com també considerant les sèries amb dades atípiques, aquesta tendència es reproduïx en menor mesura en aquest segon cas amb dades atípiques.
2. Només considerant les dades de sèries inicials, s'observa que hi ha una mateixa proporció de ports amb estacionalitat com de ports sense estacionalitat, tenint en compte la possibilitat que la quantitat de ports amb estacionalitat pugui anar disminuint en un horitzó proper.
3. S'observa una tendència en la definició dels models i en l'especificació dels seus paràmetres que implica que els ports tinguin la possibilitat de perdre component estacional o bé que aquesta es minimitzi, fent que en algunes ocasions sigui complicat triar inicialment entre un model amb estacionalitat, un model amb diferenciació regular o un model que només utilitzi la transformació logarítmica. Només cal observar les gràfiques ACF i PACF després de la diferenciació estacional, de la diferenciació regular o de la transformació logarítmica, així com la comparativa dels respectius valors de les variàncies.
4. Amb les dades de les sèries linealitzades, considerant dades atípiques, s'observa que han augmentat els ports que es poden definir mitjançant models sense estacionalitat, o models on cada vegada es converteix en una tasca més complicada confirmar una potencial estacionalitat.
5. En el cas de models sense estacionalitat, tant per a models definits per a sèries inicials com per a sèries linealitzades, es constata la necessitat d'utilitzar models amb part autoregressiva llarga: són els anomenats AR llargs.
6. Els ports que han estat estudiats considerant també la seva sèrie de dades entre gener de 2009 i desembre de 2014: Barcelona, Taranto, Dunkerque i Anvers, han donat models sense estacionalitat amb predomini general de la seva part autoregressiva.

7. Les dades atípiques estudiades per cada port generen l'existència de ports on l'afectació de la crisi econòmica de l'Europa Occidental sigui molt més acusada, en base a les sèries històriques de dades de tràfic portuari, que en d'altres on no s'observen els canvis de nivell propis d'aquests atípics.
8. L'estabilitat dels models considerant els estudis de la metodologia Box-Jenkins finalitzada tant el 2008 com el 2014, tenint en compte sèries inicials i sèries amb tractament de dades atípiques, implica que ports com, per exemple, el de Tarragona no hagi patit, en funció de les dades estudiades, els rigors màxims de la crisi econòmica de la mateixa manera que altres ports. Un altre exemple que segueix aquesta línia són els ports de Bilbao i, en menor mesura, el de Pasajes.
9. La dècada dels 90 va significar la presència constant de dades atípiques característiques de canvis de nivell de creixement, mentre que en la segona part de la primera dècada de l'actual segle es detecten dades atípiques que donaven pas a la crisi econòmica que s'està vivint durant els darrers anys: són canvis de nivell en negatiu, en alguns casos amb nivells de negativitat mai observats en les sèries històriques.
10. Els atípics de canvi de nivell en l'etapa final de les sèries tractades generen problemes per a definir correctament un model ARIMA que expliqui de la millor manera possible la realitat i permeti la predicció de dades futures de tràfic portuari amb un nivell de fiabilitat elevat.
11. Com a solució possible al punt anterior hi ha la possibilitat com s'ha plantejat en aquesta tesi doctoral de tallar les sèries considerant les dades posteriors a l'atípic de canvi de nivell, sempre que sigui possible tenir una quantitat de dades significativa que permeti generar un model ARIMA fiable i robust. L'exemple es pot veure en les dades de gener de 2009 a desembre de 2014 considerades que han estat convenientment explicitades anteriorment.
12. No és possible donar una explicació particularitzada de totes les dades atípiques trobades en l'estudi dels diferents ports: els atípics puntuals són molt complexes d'interpretar sense un coneixement exhaustiu de la història i, pràcticament, del dia a dia de cada comunitat portuària i de cada port. Mentre que els considerats canvis transitoris poden ésser interpretats en funció de l'evolució a nivell més de geografia local i regional o bé, en ésser detectats preventivament, com a possible detonant d'un futur canvi de nivell. Òbviament s'ha de tenir en compte la tendència d'aquests potencials canvis de nivell: en cas de tendència positiva implicarà un futur de creixement del port, mentre

que si es detecta tendència negativa s'hauran d'activar de forma immediata possibles mesures preventives o, en una pitjor situació, mesures correctives que permetin fer front a una situació que ja és una realitat.

13. L'anàlisi de dades atípiques de canvi transitori properes al final de la sèrie s'han de tenir molt en compte, doncs en l'estudi fet per molts ports que es va donar per acabat el desembre de l'any 2008, aquests atípics donaven clars símptomes de la crisi que l'economia europea ja tenia a sobre però encara no s'havia manifestat clarament. Aquests atípics transitoris es van convertir, com s'ha observat en els comentaris detallats de cada port, en atípics de canvi de nivell.
14. No es poden extreure conclusions sobre els models obtinguts en base a la situació geogràfica de cada port. No hi ha una relació clara i específica entre els models definits pels diferents ports i la seva situació a la Mediterrània o a l'Atlàntic.
15. No és evident extreure conclusions sobre la tipologia de models i les dimensions dels ports estudiats. Com a exemple, es pot observar que un port considerat gran com el d'Anvers té el mateix model ARIMA per les dades compreses entre 2009 i 2014 que el port de Pasajes tractant totes les seves dades històriques (en ambdós casos sense considerar el tractament de dades atípiques).

5. Conclusions de la tesi doctoral.

Aquesta tesi doctoral, com a conseqüència de la tasca d'investigació portada a terme en l'àmbit dels plans estratègics, dels seus conceptes bàsics i agafant com a base un estudi estadístic exhaustiu del seu tràfic portuari, mitjançant la utilització de la metodologia Box-Jenkins per a l'anàlisi de dades estadístiques mensuals dels diferents ports estudiats, pot especificar uns conjunts de conclusions: per una banda, les conclusions que provenen de l'estudi comparatiu dels diferents plans estratègics presentats a través dels seus conceptes bàsics com són la missió, la visió, els valors i els compromisos; d'altra banda, les conclusions que provenen de l'estudi estadístic de les dades corresponents al tràfic portuari que donen com a resultat models ARIMA que pretenen donar una explicació de la realitat així com oferir la possibilitat de realitzar previsions el més acurades i exactes possibles de les dades de tràfic portuari a curt, mitjà i llarg termini. També es pot considerar un tercer grup de conclusions: les que interrelacionen definició de plans estratègics amb estudi estadístic de les sèries temporals de tràfic com un indicador de l'èxit del pla estratègic.

Conclusions a partir de les idees bàsiques dels plans estratègics:

1. La constatació de la voluntat de les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona de contribuir al desenvolupament econòmic i social del seu entorn territorial, manifestant-se aquesta voluntat mitjançant un comportament plantejat de manera sostenible tant des d'un punt de vista mediambiental com des del punt de vista del compromís amb la societat que habita el territori que envolta les instal·lacions portuàries.
2. Aquesta voluntat d'interrelació es converteix en realitat quan l'evolució de la sèrie històrica de dades corresponents al tràfic portuari del port de Barcelona té una clara similitud amb el comportament de l'evolució econòmica de Catalunya.
3. L'evolució de la sèrie de dades històriques de tràfic portuari corresponents al port de Tarragona indica que l'afectació de la crisi econòmica en aquest port, no podent-se considerar tant severa com en d'altres instal·lacions portuàries, segueix també un desenvolupament similar al del seu entorn territorial i empresarial.
4. L'aportació dels ports de Barcelona i Tarragona al desenvolupament de Catalunya es converteix en realitat quan s'ajuda de manera activa a millorar la competitivitat dels clients actuals com una eina estratègica per assolir nous clients potencials, mitjançant l'adequació i modernització de les infraestructures portuàries. Aquesta millora de la

competitivitat s'assoleix generant un desenvolupament respectuós amb el medi ambient i generant plenes garanties de seguretat pública interna i externa i de prevenció de riscos laborals.

5. Des d'un punt de vista empresarial, social i territorial, els ports i els seus hinterlands es troben dins del mateix vaixell. Aquest plantejament col·loquial reforça la idea de la influència dels ports de Barcelona i Tarragona en el desenvolupament econòmic i social de Catalunya.
6. D'acord amb els principis bàsics del sistema de gestió de la qualitat, les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona situen el client en el centre de totes les seves actuacions, considerant que l'assoliment de la seva satisfacció ha de ser el far que guia la major part dels seus plantejaments estratègics.
7. Un element de millora dins de l'àmbit portuari a considerar per part de les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona, així com d'altres de la Unió Europea, es presentaria en pensar que si s'ha de buscar la satisfacció del client mitjançant la realització de serveis que cobreixin les seves expectatives, aquest plantejament es podria millorar si s'assoleix un grau d'excel·lència que permeti superar les expectatives dels clients com una sistemàtica per aconseguir la seva fidelització. Aquesta fidelització implicaria una millora de resultats pels ports, per les seves empreses vinculades i pel seu territori afectat.
8. La fidelització dels clients portuaris també assoleix amb la recerca de la complicitat dels esmentats clients envers la comunitat portuària. Per assolir aquesta complicitat s'han de generar expectatives en els clients, superant les que inicialment ja tenien, que vindran donades per l'aplicació de sistemàtiques de millora continua i de potenciació de la innovació cercant l'excel·lència en els serveis oferts.
9. Ports de la zona centre i nord de la Unió Europea utilitzen un plantejament friendly per definir la seva existència i la relació amb clients, proveïdors, ciutadans i opinió pública en general, que permet explotar una imatge de marca molt potent sobre què és el port pensat com a entitat amiga amb cara amable.
10. La zona sud d'Europa opta per prioritzar donar una imatge institucional molt més vinculada a la responsabilitat social corporativa utilitzant les conseqüències immediates que es deriven d'aquest comportament.

11. La integració del concepte d'intermodalitat com a resposta a les necessitats dels clients amb un desplegament de serveis que signifiquin una generació de valor afegit a les operacions realitzades dins de les instal·lacions portuàries. No hi ha possibilitat de negoci sense generació de valor afegit que repercuteixi en el prestador de serveis i en el beneficiari d'aquests serveis, d'aquesta manera totes les parts implicades surten guanyant.
12. La realització d'un treball conjunt dins de la comunitat portuària que porti a la generació de sinergies positives que impliquin una millora de l'eficiència operativa és també una referència a tenir en compte com element desenvolupador del port i de la seva comunitat portuària. El treball en equip porta a la cooperació i a la cohesió dins de la comunitat portuària.
13. Les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona han de liderar dins de la seva comunitat portuària buscant la cohesió de la mateixa que redundarà en un benefici pel port però també pel seu hinterland.
14. Les autoritats portuàries de Barcelona i Tarragona tenen en compte el seu hinterland quan expliciten molt clarament la necessitat d'inversió pública, com podria ser el Corredor del Mediterrani, que podria beneficiar tots els ports de la zona est de la Península Ibèrica: començant per Algesires, continuant per València i seguint amb Tarragona i Barcelona. També s'han de considerar com a prioritaris la millora dels accessos als diferents ports per permetre que les activitats logístiques siguin molt més efectives i eficients.
15. La necessitat prioritària de millora de la transparència en la informació i la comunicació com un element generador de confiança en els ports i en les seves institucions per part de la mateixa comunitat portuària i per part de l'opinió pública en general. Afortunadament les autoritats portuàries catalanes han avançat molt en aquest aspecte, fins al punt que moltes autoritats portuàries de la resta de la Unió Europea n'haurien d'aprendre de l'actitud de Barcelona i Tarragona.
16. La majoria de ports de la Unió Europea no parlen de política europea comuna en benefici de totes les parts implicades a través d'un treball en equip i cohesionat. La Unió Europea si té voluntat política té una feina important a desenvolupar en aquest aspecte.

17. Una actitud que és necessari evitar durant el desenvolupament de la planificació estratègica és la coneguda com a procrastinació: moltes organitzacions deixen assumptes cabdals per esmerçar esforços en temes que els hi són més propers i més fàcils. Com a plantejament de sistèmica de funcionament, les autoritats portuàries han de treballar sempre amb el seu pla estratègic perfectament definit i amb els objectius estratègics especificats i contemplant el seu ordre d'importància. Aquesta actitud definirà la personalitat de l'autoritat portuària davant de la societat.

Conclusions a partir de l'aplicació de la metodologia Box-Jenkins:

18. Agafant com a referència i exemple l'Airline Model, no existeix la possibilitat de trobar un model ARIMA global explicatiu de la realitat del tràfic portuari que generi una potencialitat de previsions a llarg termini fiables i robustes.
19. En les comparatives del tractament de dades de les sèries temporals corresponents al tràfic portuari com un dels indicadors de l'èxit de la planificació estratègica portada a terme per les diferents autoritats portuàries, s'observa una disminució de l'estacionalitat dels models així com la constatació que resulta en moltes ocasions difícil escollir entre sèries estacionals i sèries amb diferenciació regular o només amb transformació logarítmica.
20. La possible desaparició de l'estacionalitat dels models i de possibles efectes de calendari no tractats en aquesta tesi doctoral implica un efecte positiu per a la gestió estratègica dels ports en el moment de planificar la seva ocupació potencial. L'estacionalitat no s'ha manifestat en el port de Tarragona ni en l'estudi de 2008 ni en l'estudi de 2014, i sí en el de Barcelona, però agafant la sèrie de gener de 2009 a desembre de 2014, l'estacionalitat de Barcelona desapareix, es detecta una tendència natural a la desaparició de l'estacionalitat considerant dades dels darrers anys.
21. Els models sense component estacional tenen la tendència a poder ser definits mitjançant models ARIMA amb la part autoregressiva llarga. Un exemple d'aquesta tipologia de model la proporciona el port de València, que utilitza el mateix model amb les dades de 2008 que amb les dades de 2014, repetint-se el procés si es consideren dades atípiques en l'estudi.

Conclusions que interrelacionen plans estratègics i sèries temporals:

22. Les autoritats portuàries han de tenir com un pilar de la seva planificació estratègica la proactivitat com a actitud vital ineludible si es pretén assolir l'èxit del port en general i de l'autoritat portuària en particular en un futur a curt, mitjà i llarga termini. Una de les eines que ajuda a actuar amb proactivitat són les dades que es poden subministrar mitjançant l'aplicació de la metodologia Box-Jenkins en les sèries històriques de tràfic portuari com un dels indicadors més importants a tenir en compte en la valoració dels resultats de la gestió de planificació estratègica.
23. Dins de la tasca de planificació estratègica de les autoritats portuàries s'ha de considerar la necessitat de prendre decisions estratègiques que impliquin un creixement de la sèrie de dades corresponents al tràfic portuari, però s'hauria de considerar com a bàsic assolir la desaparició de l'estacionalitat com un objectiu estratègic molt positiu per a l'esdevenir del port.
24. La presa en consideració de les dades atípiques que s'obtenen durant l'aplicació de la metodologia Box-Jenkins s'hauria de contemplar des d'un punt de vista estratègic. Segurament les dades de caràcter puntual no tenen el mateix pes que els canvis transitoris i els canvis de nivell. S'ha de considerar estratègicament l'aparició d'aquesta tipologia de canvis especialment quan tenen tendència negativa, doncs poden donar una orientació respecte de les decisions estratègiques a prendre per corregir el rumb que està agafant un dels indicadors claus de la realitat del port en general. Amb una visió global durant l'estudi que es va realitzar l'any 2008, les dades atípiques estudiades en aquell moment ja presentaven com a molt probable la situació de crisi econòmica que posteriorment es va confirmar i encara dura avui en dia.

6. Bibliografia.

6.1. Bibliografia clàssica:

Abascal, F. *Cómo se hace un Plan Estratégico. La teoría del Marketing Estratégico*. 1ª ed. Madrid: ESIC Editorial, 1994.

Abell, D.F.; Hammond, J.S. *Strategic Market Planning*. 1ª ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Editorial Prentice Hall, 1979.

Abell, D.F. *Defining the Business: The Starting Point of Strategic Planning*. 1ª ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Editorial Prentice Hall, 1980.

Abrahams, J. *The mission statement book*. 1ª ed. Berkeley, California: Editorial Ten Speed Press, 1999.

Ackoff, R.L. *A Concept of Corporate Planning*. 1ª ed. Nueva York: Wiley, 1970.

Anderson, P.; Meerschaert, M.; Zhang K. Forecasting with prediction intervals for periodic autoregressive moving average models. *Journal of Time Series Analysis*, 2013, vol. 34, núm. 2, pàg. 187 - 193.

Ansoff, H.I. *La estratègia de la empresa*. 1ª ed. Pamplona: Eunsa, 1976.

Ansoff, H.I. *Corporate Strategy*. 1ª ed. Hamondsworth, United Kingdom: Editorial Penguin Books, 1987.

Ansoff, H.I. *La Dirección Estratégica en la Práctica Empresarial*. 1ª ed. Wilmington, Delaware: Addison-Wesley Iberoamericana, 1997.

Aue, A.; Horváth, L. Structural breaks in time series. *Journal of Time Series Analysis*, 2013, vol. 34, núm. 1, pàg. 1 - 16.

Autoridad Portuaria de Valencia (ed.). *Memoria anual 1999*. Valencia: Gráficas Vernetta, S.A., 2000.

Autoridad Portuaria de Valencia (ed.). *Memoria anual 2000*. Valencia: Gráficas Vernetta, S.A., 2001.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Memòria anual 1998*. Barcelona: Novatesa Gràfiques, S.L., 1999.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Memòria anual 1999*. Barcelona: DDD - la nueva comunicación, 2000.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Memòria anual 2000*. Barcelona: DDD - la nueva comunicación, 2001.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Memòria anual 2001*. Barcelona: Apg / Toni Civis, 2002.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Memòria anual 2002*. Barcelona: Novatesa Gràfiques, S.L., 2003.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Memòria anual 2003*. Barcelona: Novatesa Gràfiques, S.L., 2004.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Memòria anual 2004*. Barcelona: Novatesa Gràfiques, S.L., 2005.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Memòria anual 2005*. Barcelona: Novatesa Gràfiques, S.L., 2006.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Pla estratègic del Port de Barcelona. 1998 - 2010*. Barcelona: Autoritat Portuària de Barcelona, 1998.

Autoritat Portuària de Barcelona (ed.). *Segon Pla Estratègic del Port de Barcelona. (2003 - 2015)*. Barcelona: Autoritat Portuària de Barcelona, 2003.

Baltagi, B. *Nonstationary Panels, Panel Integration, and Dynamic Panels. Advances in Econometrics*, 15. 1^a ed. Amsterdam: Elsevier Science, 2000.

Bellow, P. *et al.* *The Executive Guide to Strategic Planning*. 1^a ed. Londres: Jossey-Bass Publishers, 1987.

Bloom, N.; Van Reenen. Why do management practices differ across firms and countries? *The Journal of Economic Perspectives*, 2010, vol. 24, núm. 1, pàg. 203 - 224.

Box, G; Jenkins, G. *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. 1^a ed. San Francisco, California: Holden Day, 1976.

Box, G.; Jenkins, G.; Reinsel, G. *Time Series Analysis. Forecasting and Control*. 4^a ed. Hoboken, Nueva Jersey: Wiley, 2008.

Brockwell, P.; Davis, R. *Time Series: Theory and Methods*. 2^a ed. Nueva York: Springer-Verlag, 1991.

Bueno Campos, E. *Organización de empresas. Estructura, procesos y modelos*. 1^a ed. Madrid: Ediciones Pirámide, 1996.

Buzell, R.D.; Gale, B. T. *The Profit Impact of Marketing Strategy: Linking Strategy to Performance*. 1^a ed. Nueva York: Editorial The Free Press, 1987.

Candela Sojo, J.M. *La Planificación estratégica: Un Método*. 1^a ed. Vitoria: Editorial del Gobierno Vasco, 1989.

Caridad, J.M. *Econometría: Modelos Econométricos y Series Temporales. Tomo 1: Modelos econométricos uniecuacionales*. 1^a ed. Barcelona: Editorial Reverté, S.A., 1998.

Caridad, J.M. *Econometría: Modelos Econométricos y Series Temporales. Tomo 2: Modelos econométricos multiecuacionales. Predicción económica y series temporales*. 1^a ed. Barcelona: Editorial Reverté, S.A., 1998

Chan, K-S; Tong, H. On estimating thresholds in autoregressive models. *Journal of Time Series Analysis*, 1986, vol. 7, núm. 3, pàg. 179 - 190.

Chatfield, C. *The analysis of Time Series: an introduction*. 6^a ed. Londres: Chapman and Hall, 2004.

Clements, M.P.; Hendry, D. *Forecasting Economic Time Series*. 1ª ed. Cambridge, Massachussets: MIT Press, 1998.

Collins, J.C.; Porras, J.L. Building your company's vision. *Harvard Business Review*, 1996, Septiembre - Octubre, pàg. 65 - 77.

Cryer, J.D.; Chan, K-S. *Time Series Analysis: with Applications in R*. 2ª ed. Berlin: Springer Texts in Statistics, 2008.

Daft, R.L. *Management*. 1ª ed. Nueva York: Dryden Press, 1988.

Drucker, P.F. *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*. 1ª ed. Londres: Editorial Heinemann, 1973.

EMC Education Services. *Advanced Analytical Theory and Methods: Time Series Analysis, in Data Science & Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data*. 1ª ed. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc., 2015.

Enders, W. *Applied Econometric Time Series*. 1ª ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2004.

Enders, W.; Siklos, P. Cointegration and Threshold Adjustment. *Journal of Business and Economic Statistics*, 2001, vol. 19, núm. 2, pàg. 166 - 176.

Enríquez Argós, F. *El Plan Estratégico: Un instrumento para la gestión portuaria*. 2ª ed. Valencia: Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana, 2000.

Epley, N.; Gneezy, A. Worth keeping but not exceeding asymmetric consequences of breaking versus exceeding promises. *Social Psychological and Personality Science*, 2014, vol. 5, núm. 7, pàg. 796 - 804.

Farmer, R.E. *The Macroeconomics of Self-Fulfilling Prophecies*. 1ª ed. Cambridge, Massachussets: MIT Press, 1993.

Franses, P.H. *Time series models for business and economic forecasting*. 2ª ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

Granger, C.; Newbold, T. *Forecasting econòmic time series*. 2^a ed. Nueva York: Academic Press, 1986.

Grant, A.; Berry, J. The Necessity of Others is The Mother of Invention: Intrinsic and Prosocial Motivations, Perspective Taking, and Creativity. *Academy of Management Journal*, 2011, vol. 54, núm. 1, pàg. 73 - 96.

Gregory, A.; Hasen, B. *Residual Based Tests for Cointegration in Models with Regime Shifts*. 1^a ed. Kingston: Queens University, 1992.

Grima, J.D.; Tena, J. *Análisis y formulación de la estratègia empresarial*. 1^a ed. Barcelona: Editorial Hispano Europea, S.A., 1984.

Hansen, B.; Caner, M. Threshold Autoregression with Unit Root. *Econometrica*, 2001, vol. 69, núm. 6, pàg. 1555 - 1596.

Hansen, B.; Seo, B. Testing for Two-Regime Threshold Cointegration in Vector Error-Correction Models. *Journal of Econometrics*, 2002, vol. 110, núm. 2, pàg. 293 - 318.

Harrison, J.; Bosse, D.; Phillips, R. Managing for stakeholders, stakeholder utility functions, and competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 2010, vol. 31, núm. 2, pàg. 58 - 74.

Harvey, A. *Forecasting, Structural Time Series Models, and Kalman Filter*. 1^a ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

Henderson, B. D. *The Experience Curve-Reviewed. IV. The Growth Share Matrix of the Product Portfolio*. 1^a ed. Boston, Massachusetts: Boston Consulting Group, 1973.

Hodgkinson, G.; Healey, M. Psychological foundations of dynamic capabilities: reflexion and reflection in strategic management. *Strategic Management Journal*, 2011, vol. 32, núm. 13, pàg. 1500 - 1516.

Hormaechea, J.L. 20 planes de acción para 2020. *Ojo del Muelle. Revista de Comunicación interna de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras*, 2013, núm. 19, febrero - abril, pàg. 8 - 9.

Jarillo, J.C. *Dirección Estratégica*. 1^a ed. Madrid: Editorial Mc Graw Hill, 1990.

Kaplan, R.S.; Norton, D.P. *The Strategy-Focused Organization* 1ª ed. Boston, Massachusetts: Editorial Harvard Business School Press, 2001.

Leontief, Wassily W. *Input-Output Economics*. 2ª ed. Nueva York: Oxford University Press, 1986.

Levin, A.; Lin, C.; Chu, C. Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties. *Journal of Econometrics*, 2002, vol. 108, núm. 1, pàg. 1 - 24.

Litterman, R. *A Bayesian Procedure for Forecasting with Vectors Autoregressions*. 1ª ed. Minneapolis: Federal Reserve Bank of Minneapolis, 1981.

Ljung, G.; Box, G. On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models. *Biometrika*, 1978, vol. 65, núm. 2, pàg. 297 - 303.

Makens, J.C. *El Plan de Marketing: Cómo realizarlo en la empresa*. 1ª ed. Barcelona: Editorial Hispano Europea, S.A., 1990

Marten, I. *Planificación estratégica en empresas diversificadas: análisis de cartera*. 1ª ed. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 1987.

Martí-Recober, M.; Muñoz Gracia, M.P. *Previsió i sèries temporals: mètodes empírics, models ARIMA, metodologia i casos*. 1ª ed. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, Departament d'Estadística i Investigació Operativa, 2001, 2008.

Masifern, E; Ricart, J.E.; Vila, J. *Dirección Estratégica*. 1ª ed. Barcelona: Ediciones Folio, Estudios y Ediciones IESE, 1997.

McDonald, M.H.B.; Leppard, J.W. *La auditoria de Marketing: cómo pasar de la teoría a la práctica del Marketing*. 1ª ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1994.

Menguzzato, M; Renau, J. *La Dirección Estratégica en la Empresa: Un enfoque innovador del Management*. 1ª ed. Barcelona: Editorial Ariel, 1991.

Miguel Fernández, E. de. *Introducción a la gestión (Management) I*. 4ª ed. Valencia: Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 1993.

Miguel Fernández, E. de. *Introducción a la gestión (Management) II*. 4ª ed. Valencia: Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 1993.

Pankratz, A. *Forecasting with univariate Box-Jenkins models: concepts and cases*. 1ª ed. Hoboken, Nueva Jersey: Wiley, 1983.

Pearce, J.A. The company mission as a Strategic Tool. *Sloan Management Review*, 1982, vol. 23, núm.3, pàg. 15 - 24.

Pearce, J.; Robinson, R. *Strategic Management. Plannig for Domestic and Global Competition*. 13ª ed. Nueva York: Irwin/McGraw-Hill, 2013.

Peña Sánchez de Rivera, D. *Análisis de series temporales*. 2ª ed. Barcelona: Alianza Editorial, 2010.

Peña Sánchez de Rivera, D.. *Estadística. Modelos y métodos. 1. Fundamentos*. 2ª ed. Rev. Madrid: Alianza Editorial, 1994.

Peña Sánchez de Rivera, D.. *Estadística. Modelos y métodos. 2. Modelos lineales y series temporales*. 2ª ed. Rev. Madrid: Alianza Editorial, 1994.

Peters, T. J.; Waterman, R.H. *En busca de la excelencia*. 1ª ed. Barcelona: Ediciones Folio, 1991.

Porter, M.E. *Estrategia competitiva: técnicas para el anàlisis de los sectores Industriales y de la competència*. 1ª ed. México: Editorial CECSA, 1982.

Porter M.E. *Ventaja competitiva*. 1ª ed. México, Editorial CESCA, 1987.

Powell, T.; Lovallo, D.; Fox, C. Behavioral strategy. *Strategic Management Journal*, 2011, vol. 32, núm. 13, pàg. 1369 - 1386.

Pümpin, C. *Dirección estratègica de la empresa*. 1ª ed. Madrid: ESIC Editorial, 1982.

Rodríguez, F. *Dirección y explotación de puertos*. 1ª ed. Bilbao: Imprenta Indusrial, S.A., 1985.

Sáez, D.; Cabanelas, J. *Cooperar para competir con éxito*. 1ª ed. Madrid: Ediciones Pirámide, 1997.

Sainz de Vicuña Ancín, J.M. *La distribución comercial: opciones estratégicas*. 2ª ed. Madrid: ESIC Editorial, 2001.

Sainz de Vicuña Ancín, J.M. *El Plan de Marketing en la Práctica*. 7ª ed. Madrid: ESIC Editorial, 2002.

Sainz de Vicuña Ancín, J. M. *El Plan Estratégico en la práctica*. 1ª ed. Pozuelo de Alarcón, Madrid: ESIC Editorial, 2003.

Sainz de Vicuña Ancín, J.M. La misión, hoy más necesaria que nunca. *Harvard Deusto Business Review*, 2001, núm. 105, pàg. 16 - 31.

Sanz de la Tajada, L.A. *Integración de la identidad y la imàgende la empresa*. 1ª ed. Madrid: ESIC Editorial, 1994.

Shin, C-H; Jeong, S-H. A Study on Application of ARIMA and Neural Networks for Time Series Forecasting of Port Traffic. *Journal of Navigation and Port Research*, 2011, vol. 35, núm. 1, pàg. 83 - 91.

Shumway, R.H.; Stoffer, D.S. *Time series analysis and its application: with R examples*. 3ª ed. Berlin: Springer Texts in Statistics, 2006.

Sirois, F.M. Procrastination and counterfactual thinking: Avoiding what might have been. *British Journal of Social Psychology*, 2004, vol. 43, núm. 2, pàg. 269 - 286.

Sirois, F.M. Procrastination and intentions to perform health behaviors: The role of self-efficacy and the consideration of future consequences. *Personality and Individual Differences*, 2004, vol. 37, núm.1, pàg. 115- 128.

Sirois, F.M.; Pychyl, T. Procrastination and the priority of short-term mood regulation: Consequences for future self. *Social and Personality Psychology Compass*, 2013, vol. 7, núm. 2, pàg. 115 - 127.

Smith, A. Level shifts and the illusion of long memory in economic time series. *Journal of Business & Economic Statistics*, 2005, vol. 23, núm. 3, pàg. 321 - 335.

Steel, Piers. The nature of procrastination: a meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure. *Psychological Bulletin*, 2007, vol. 133, núm. 1, pàg. 65 - 94.

Taylor, M. *Estimating Structural Macroeconomic Shocks Through Long-Run Recursive Restrictions on Vector Autoregressive Models: The Problem of Identification*. 1^a ed. Warwick: University of Warwick, Department of Economics Working Paper, 2003.

Tong, H. *Threshold Models In Nonlinear Time Series Analysis*. 1^a ed. Nueva York: Springer-Verlag, 1983.

Thompson, A.; Strickland, A.; Gamble, J. *Strategy: core concepts, analytical tools, readings*. 1^a ed. Nueva York: McGraw-Hill Companies, 2004.

Thompson, A.; Strickland, A. *Dirección y Administración Estratégicas*. 1^a ed. Madrid: Irwin, 1995.

Walker, O.C.; Boyd, H.W.; Larreché, J.C. *Marketing Strategy: Planning and Implementation*. 1^a ed. Chicago: Edit. Richard D. Irwin, 1996.

Wall, K.D.; Stoffer, D.S. A state space approach to bootstrapping conditional forecasts in ARMA models. *Journal of Time Series Analysis*, 2002, vol. 23, núm. 6, pàg. 733 - 751.

West, M.; Harrison, J. *Bayesian Forecasting And Dynamic Models*. 1^a Ed. Nueva York: Springer-Verlag, 1989.

Zhang, C.; Huang, L.; Zhao, Z. Research on combination forecast of port cargo throughput based on time series and causality analysis. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2013, vol. 6, núm.1, pàg. 124 - 134.

Zhou, K.; Wu, F. Technological capability, strategic flexibility, and product innovation. *Strategic Management Journal*. 2010, vol. 31, núm. 5, pàg. 547 - 561.

Zivot, E.; Andrews, D. Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*, 2002, vol. 20, núm. 1, pàg. 25 - 44.

6.2. Pàgines web:

Autoridad Portuaria de Bilbao, ed. *Bilbao Port* [en línia]: *Memorias y Publicaciones: Balances, Memorias y Publicaciones*. [Consulta: 24 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.bilbaoport.es/aPBW/web/es/autoridad/publicaciones/index.jsp>>.

Autoridad Portuaria de Bilbao, ed. *Bilbao Port* [en línia]: *Presentación de la Estrategia de Sostenibilidad de la APB*. [Consulta: 24 de març de 2015]. Disponible a: <http://www.bilbaoport.es/aPBW/web/es/autoridad/responsabilidad/memoria_sostenibilidad/es/dimension-institucional/presentacion-estrategia-sostenibilidad.html>.

Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, ed. *Puerto de Algeciras* [en línia]: *Estadísticas*. [Consulta 11 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.apba.es/estadisticas>>.

Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras, ed. *Puerto de Algeciras* [en línia]: *Presentación, Misión, Visión Estratégica y Valores*. [Consulta: 11 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.apba.es/presentacion>>.

Autoridad Portuaria de Pasaia, ed. *Puerto de Pasaia* [en línia]: *El Puerto en Cifras. Puerto Exterior de Pasajes*. [Consulta: 25 de març de 2015]. Disponible a: <http://www.puertopasajes.net/cifras_puerto_pasajes.php?lang=es>.

Autoridad Portuaria de Pasaia, ed. *Puerto de Pasaia* [en línia]: *Plan Estratégico del Puerto Exterior de Pasajes*. [Consulta: 25 de març de 2015]. Disponible a: <http://www.puertopasajes.net/plan_estrategico_puerto_exterior_pasajes.html>.

Autoridad Portuaria de Valencia, ed. VALENCIAPORT (*Autoridad Portuaria de Valencia*) [en línia]: *Estadísticas de Tráfico*. [Consulta: 10 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.valenciaport.com/es/VALENCIAPORT/Trafico/Paginas/Presentacion.aspx>>.

Autoridad Portuaria de Valencia, ed. *VALENCIAPORT (Autoridad Portuaria de Valencia)* [en línia]: *Plan Estratégico*. [Consulta: 10 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.valenciaport.com/es/VALENCIAPORT/PlanEstrategico/Paginas/PlanEstrategico.aspx>>.

Autoridad Portuaria de Valencia, ed. *VALENCIAPORT (Autoridad Portuaria de Valencia)* [en línia]: *Valores y Compromisos*. [Consulta: 10 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.valenciaport.com/es/VALENCIAPORT/ValoresCompromisos/Paginas/Tecnologia-Innovacion.aspx>>.

Autorità Portuale di Genova, ed. *Autorità Portuale di Genova* [en línia]: *Traffic - Statistics*. [Consulta: 23 de març de 2015]. Disponible a: <<http://servizi.porto.genova.it/en/traffici/statistiche.aspx>>.

Autorità Portuale di Taranto, ed. *Autorità Portuale di Taranto* [en línia]: *Statistiche mensili*. [Consulta: 23 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.port.taranto.it/en/data-and-statistics/data-per-month.html>>.

Autoritat Portuària de Barcelona, ed. *Port de Barcelona* [en línia]: *Estadístiques*. [Consulta: 2 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.portdebarcelona.cat/web/autoritat-portuaria/estadisticas>>.

Autoritat Portuària de Barcelona, ed. *Port de Barcelona* [en línia]: *Memòria 2014*. [Consulta: 16 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.portdebarcelona.cat/web/autoritat-portuaria/memoria-vigente>>.

Autoritat Portuària de Barcelona, ed. *Port de Barcelona* [en línia]: *Memòria 2013*. [Consulta: 16 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.portdebarcelona.cat/web/autoritat-portuaria/memoria-2013>>.

Autoritat Portuària de Barcelona, ed. *Port de Barcelona* [en línia]: *Memòries 2006 - 2012*. [Consulta: 16 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.portdebarcelona.cat/web/autoritat-portuaria/memoria-anos-antiores>>.

Autoritat Portuària de Barcelona, ed. *Port de Barcelona* [en línia]: *Missió, visió i valors*. [Consulta: 9 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.portdebarcelona.cat/web/autoritat-portuaria/mision-vision-valores>>.

Autoritat Portuària de Barcelona, ed. *Port de Barcelona* [en línia]: *Nota de premsa de 12 de febrer de 2015: El Port de Barcelona es fixa els objectius per a esdevenir el principal centre de distribució euroregional a la Mediterrània*. [Consulta: 9 de març de 2015]. Disponible a: <http://www.portdebarcelona.cat/cntmng/d/d/workspace/SpacesStore/7a579773-11c0-4ecf-afd9-e8757891ba38/150212_NOTA_Pla_Estrategic.pdf>.

Autoritat Portuària de Tarragona, ed. *Port de Tarragona* [en línia]: *Estadístiques de Tràfic Portuari*. [Consulta: 2 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.porttarragona.cat/ca/gestio-portuaria/estadistiques-de-traffic.html>>.

Autoritat Portuària de Tarragona, ed. *Port de Tarragona* [en línia]: *Memòria del Port (1993 - 2014)*. [Consulta: 16 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.porttarragona.cat/ca/gestio-portuaria/memoria-del-port.html>>.

Autoritat Portuària de Tarragona, ed. *Port de Tarragona* [en línia]: *Pla Director*. [Consulta: 10 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.porttarragona.cat/ca/autoritat-portuaria/pla-director.html>>.

Dunkerque Port, ed. *Dunkerque Port* [en línia]: *Les rapports d'activité*. [Consulta: 25 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.dunkerque-port.fr/fr/presentation/documentation-port-dunkerque/rapports-activite.html>>.

Port of Antwerp, ed. *Port of Antwerp* [en línia]: *Annual Report 2014*. [Consulta: 25 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.portofantwerp.com/en/annual-report-2014>>.

Port of Antwerp, ed. *Port of Antwerp* [en línia]: *Mission and Business Plan 2014 - 2018*. [Consulta: 25 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.portofantwerp.com/en/mission>>.

Port of Bremen, ed. *Bremen Ports* [en línia]: *Statistics: Port facts and figures*. [Consulta: 26 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.bremenports.de/en/location/statistics/port-facts-and-figures>>.

Port of Ghent, ed. *Port of Ghent* [en línea]: *Ghent Port Company builds up Ghent port's future with strategic plan 2020*. [Consulta: 25 de març de 2015]. Disponible a: <<http://www.portofghent.be/product.aspx?id=176>>.

Port of Ghent, ed. *Port of Ghent* [en línea]: *Traffic Figures*. [Consulta: 25 de març de 2015]. Disponible a: <[http://www.portofghent.be/default Traffic figures.aspx](http://www.portofghent.be/default_Traffic_figures.aspx)>.

Puertos del Estado, ed. *EstadísticasTráfico* [en línea]: *Estadísticas tráfico portuario. Estadística Mensual*. [Consulta: 2 de març de 2015]. Disponible a: <[http://www.puertos.es/es-es/estadisticas/Paginas/estadistica mensual.aspx](http://www.puertos.es/es-es/estadisticas/Paginas/estadistica_mensual.aspx)>.